

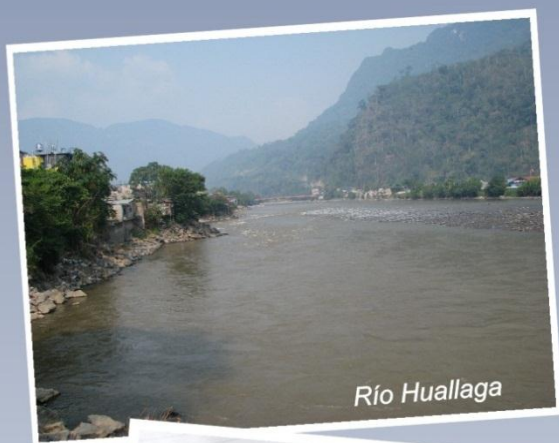


PERÚ

Ministerio del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI

# BALANCE HÍDRICO SUPERFICIAL DEL RÍO MARAÑÓN



Río Huallaga



Pte. Salinas, Río Marañón



Est. Carpish, Dep. Huánuco



$$\langle P \rangle - \langle Q \rangle = \langle ET \rangle + n$$

2012







SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA  
E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

**PRESIDENTA EJECUTIVA DEL SENAMHI**

**Ing. AMELIA DÍAZ PABLÓ**

**DIRECTOR GENERAL DE HIDROLOGÍA Y  
RECURSOS HÍDRICOS**

**Dr. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ**

**DIRECTOR DE HIDROLOGÍA OPERATIVA**

**Ing. JUAN ARBOLEDA OROZCO**

**DIRECTOR DE HIDROLOGÍA APLICADA**

**Ing. OSCAR FELIPE OBANDO**

**RESPONSABLE : Ing. HÉCTOR VERA ARÉVALO**

**APOYO : Ing. JULIA ACUÑA AZARTE  
Ing. CARMEN VASALLO VÁSQUEZ  
Bach. LOURDES ESPINOZA QUIROZ**

**REVISION : Dr. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ**

**LIMA - PERÚ  
2012**





# INDICE

Pág.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

1.1.	INTRODUCCIÓN.....	8
1.2	OBJETIVOS.....	9
1.2.1	OBJETIVO GENERAL.....	9
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
1.3	JUSTIFICACIÓN.....	9

## CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1	DEFINICIONES.....	12
2.2	BALANCE HÍDRICO.....	28
2.3	ANTECEDENTES.....	31

## CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE LA REGIÓN HIDROGRÁFICA.....	36
3.2	DESCRIPCIÓN DEL RÍO MARAÑÓN.....	46
3.3	DETERMINACIÓN DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS FISIAGRÁFICOS.....	58
3.4	INFORMACIÓN REQUERIDA Y EQUIPOS.....	61
3.4.1	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	61
3.4.2	PERÍODO DE ANÁLISIS.....	62
3.4.3	EQUIPOS.....	63
3.5	METODOLOGÍA.....	
3.5.1	TRABAJO DE CAMPO.....	63
3.5.2	TRABAJO DE GABINETE.....	66

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	RESULTADOS.....	90
4.1.1	DETERMINACIÓN DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS FISIAGRÁFICOS.....	90
4.1.2	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA.....	90
4.1.3	DETERMINACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO (BHS).....	117
4.2	DISCUSIÓN.....	122

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES.....	126
5.2	RECOMENDACIONES.....	130

## CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA

6.1	BIBLIOGRAFÍA.....	132
-----	-------------------	-----

## ANEXOS

7.1	TABLAS .....	134
7.2	FIGURAS.....	167
7.3	MAPAS.....	202

## **ANEXO DE TABLAS**

	Pág.
TABLA N° 3.1	RED DE ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS Y PLUVIOMÉTRICAS ..... 135
TABLA N° 3.2	ESTACIONES CON INFORMACIÓN DE TEMPERATURA ..... 136
TABLA N° 3.3	ESTACIONES CON INFORMACIÓN DE HUMEDAD RELATIVA, VELOCIDAD DE VIENTO Y HORAS DE SOL..... 136
TABLA N° 3.4	VALORES DE $K_c$ POR ESTACIÓN ..... 137
TABLA N° 4.1	PARÁMETROS FISIográficos POR CUENCAS ..... 138
TABLA N° 4.2	PENDIENTE MEDIA DEL RÍO ..... 138
TABLA N° 4.3	RANGO DE ALTITUD ..... 130
TABLA N° 4.4	PENDIENTE MEDIA – MÉTODO TAYLOR y SCHWARZ..... 140
TABLA N° 4.5	GRUPO DE ESTACIONES - PRECIPITACION ..... 142
TABLA N° 4.6	PRECIPITACIÓN MEDIA AREAL MENSUAL ..... 143
TABLA N° 4.7	GRUPO DE ESTACIONES DE TEMPERATURA..... 144
TABLA N° 4.8	TEMPERATURAS MÍNIMAS, MEDIAS Y MÁXIMAS ..... 144
TABLA N° 4.9	VALORES DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA PENMAN MONTEITH ( $E_{To}$ )..... 145
TABLA N° 4.10	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN BAGUA CHICA ..... 146
TABLA N° 4.11	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN BAMBAMARCA..... 146
TABLA N° 4.12	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN CAJABAMBA ..... 146
TABLA N° 4.13	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN CELENDIN ..... 146
TABLA N° 4.14	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN CHOTA..... 147
TABLA N° 4.15	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN HUAMBOS ..... 147
TABLA N° 4.16	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN HUANCABAMBA..... 147
TABLA N° 4.17	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN JAEN ..... 147
TABLA N° 4.18	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN LA UNIÓN ..... 148
TABLA N° 4.19	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN SAN RAMÓN ..... 148
TABLA N° 4.20	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN TULUMAYO ..... 148
TABLA N° 4.21	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN AGUAYTÍA..... 148
TABLA N° 4.22	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN AMBO IDMA ..... 149
TABLA N° 4.23	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN ARAMANGO ..... 149
TABLA N° 4.24	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN AUCAYACU ..... 149
TABLA N° 4.25	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN BARRANCA..... 149

TABLA N° 4.26	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN BELLAVISTA .....	150
TABLA N° 4.27	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN BORJA .....	150
TABLA N° 4.28	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN CABALLOCOCHA.....	150
TABLA N° 4.29	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN CACHICOTO.....	150
TABLA N° 4.30	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN CAJATAMBO.....	151
TABLA N° 4.31	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN CANCHÁN .....	151
TABLA N° 4.32	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN CERRO PASCO.....	151
TABLA N° 4.33	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN CHACHAPOYAS .....	151
TABLA N° 4.34	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN CHAVÍN.....	152
TABLA N° 4.35	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN CHIRIACO.....	152
TABLA N° 4.36	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN CHIRINOS.....	152
TABLA N° 4.37	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN CHONTALI.....	152
TABLA N° 4.38	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN COCHABAMBA .....	153
TABLA N° 4.39	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN CONCHUCOS .....	153
TABLA N° 4.40	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN CONTAMANA .....	153
TABLA N° 4.41	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN CURARAY.....	153
TABLA N° 4.42	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN CUTERVO .....	154
TABLA N° 4.43	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN DOS DE MAYO (JOSÉ OLAYA).....	154
TABLA N° 4.44	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN EL LIMÓN .....	154
TABLA N° 4.45	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN EL MAROMAL .....	154
TABLA N° 4.46	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN EL PORVENIR .....	155
TABLA N° 4.47	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN GÜEPPI.....	155
TABLA N° 4.48	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN HUALLANCA.....	155
TABLA N° 4.49	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN HUAMACHUCO .....	155
TABLA N° 4.50	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN HUÁNUCO .....	156
TABLA N° 4.51	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN HUAR HUAR.....	156
TABLA N° 4.52	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH	

	ESTACIÓN HUARMACA .....	156
TABLA N° 4.53	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN IAMCITA.....	156
TABLA N° 4.54	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN INCAHUASI.....	157
TABLA N° 4.55	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN JACAS CHICO .....	157
TABLA N° 4.56	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN JUANCITO .....	157
TABLA N° 4.57	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN LA MORADA.....	157
TABLA N° 4.58	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN LAMAS.....	158
TABLA N° 4.59	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN LLATA.....	158
TABLA N° 4.60	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN MOYOBAMBA .....	158
TABLA N° 4.61	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN NAMBALLE .....	158
TABLA N° 4.62	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN NARANJILLO .....	159
TABLA N° 4.63	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN NAVARRO .....	159
TABLA N° 4.64	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN PACHIZA.....	159
TABLA N° 4.65	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN POZUZO.....	159
TABLA N° 4.66	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN REQUENA.....	160
TABLA N° 4.67	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN RIOJA.....	160
TABLA N° 4.68	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN SALLIQUE .....	160
TABLA N° 4.69	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN SAN IGNACIO.....	160
TABLA N° 4.70	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN SAN MARCOS .....	161
TABLA N° 4.71	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN SAN RAFAEL .....	161
TABLA N° 4.72	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN SANTA CLOTILDE .....	161
TABLA N° 4.73	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN SAUCE.....	161
TABLA N° 4.74	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN SHUMBA ALTA .....	162
TABLA N° 4.75	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN SISA .....	162
TABLA N° 4.76	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN SONDOR MATARA.....	162
TABLA N° 4.77	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN SANTA MARÍA DE NIEVA .....	162
TABLA N° 4.78	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN TABACONAS.....	163



TABLA N° 4.79	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN TABALOSOS .....	163
TABLA N° 4.80	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN TACABAMBA .....	163
TABLA N° 4.81	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN TARAPOTO .....	163
TABLA N° 4.82	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN TAYABAMBA .....	164
TABLA N° 4.83	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN TINGO DE PONAZA .....	164
TABLA N° 4.84	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN TINGO MARÍA .....	164
TABLA N° 4.85	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN UCHIZA .....	164
TABLA N° 4.86	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN YANAHUANCA.....	165
TABLA N° 4.87	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN YURIMAGUAS .....	165
TABLA N° 4.88	EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL PENMAN – MONTEITH ESTACIÓN MARCAPOMACOCHA .....	165
TABLA N° 4.89	EVAPOTRANSPIRACIÓN MEDIA AREAL (mm).....	166
TABLA N° 4.90	CAUDALES MEDIOS MENSUAL (m <sup>3</sup> /s).....	166
TABLA N° 4.91	ESCORRENTIA ESTIMADA .....	166
TABLA N° 4.92	BALANCE HÍDRICO SUPERFICIAL .....	166

## ANEXO DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA N° 4.1 RECTÁNGULO EQUIVALENTE CUENCA DEL RÍO MARAÑÓN .....	168
FIGURA N° 4.2 PÉRFIL LONGITUDINAL DE LOS CAUCES PRINCIPALES .....	169
FIGURA N° 4.3 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_1$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (STA. CLOTILDE).....	170
FIGURA N° 4.4 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_2$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (CABALLOCOHA).....	170
FIGURA N° 4.5 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_3$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (STA. RITA CASTILLA) .....	170
FIGURA N° 4.6 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_4$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (BAGAZAN) .....	170
FIGURA N° 4.7 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_5$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (SAN RAMÓN).....	170
FIGURA N° 4.8 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_6$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (BAGUA CHICA) .....	170
FIGURA N° 4.9 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_7$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (IMACITA) .....	170
FIGURA N° 4.10 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_8$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (JAEN) .....	170
FIGURA N° 4.11 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_9$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (SHUMBA ALTA) .....	170
FIGURA N° 4.12 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_{10}$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (RIOJA) .....	171
FIGURA N° 4.13 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_{11}$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (TABALOSOS) .....	171
FIGURA N° 4.14 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_{12}$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (PULLANA).....	171
FIGURA N° 4.15 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_{13}$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (NUEVO LIMA) .....	171
FIGURA N° 4.16 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_{14}$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (JAMALCA) .....	171
FIGURA N° 4.17 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_{15}$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (SAN JUAN ALISOS) .....	171
FIGURA N° 4.18 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_{16}$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (TABACONAS).....	171
FIGURA N° 4.19 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_{17}$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (PORCULLA).....	171
FIGURA N° 4.20 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_{18}$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (COCHABAMBA) .....	171
FIGURA N° 4.21 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_{19}$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (CHUGUR) .....	172
FIGURA N° 4.22 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_{20}$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (BAMBAMARCA) .....	172
FIGURA N° 4.23 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_{21}$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (SAN MARCOS) .....	172
FIGURA N° 4.24 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_{22}$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (MOLLEPATA).....	172

FIGURA N° 4.25 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_{23}$ PARA DETERMINAR LA ESTACION PATRON (MOLLEPATA).....	172
FIGURA N° 4.26 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_{24}$ PARA DETERMINAR LA ESTACION PATRON (CHAVÍN).....	172
FIGURA N° 4.27 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_{25}$ PARA DETERMINAR LA ESTACION PATRON (OYÓN).....	172
FIGURA N° 4.28 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_{26}$ PARA DETERMINAR LA ESTACION PATRON (TINGO MARÍA).....	172
FIGURA N° 4.29 DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES DEL $G_{27}$ PARA DETERMINAR LA ESTACION PATRON (HUÁNUCO).....	172
FIGURA N° 4.30 ANÁLISIS DE DOBLE MASA DEL $G_{28}$ PARA DETERMINAR LA ESTACIÓN PATRÓN (CERRO PASCO).....	173
FIGURA N° 4.31 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DEL $G_1$ ESTACIONES STA. CLOTILDE - GÜEPI.....	173
FIGURA N° 4.32 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DEL $G_1$ ESTACIONES STA. CLOTILDE – PANTOJA.....	173
FIGURA N° 4.33 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DEL $G_1$ ESTACIONES STA. CLOTILDE – ARICA.....	173
FIGURA N° 4.34 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DEL $G_1$ ESTACIONES STA. CLOTILDE – BARTRA.....	173
FIGURA N° 4.35 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DEL $G_1$ ESTACIONES STA. CLOTILDE – TNTE. LOPEZ.....	173
FIGURA N° 4.36 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DEL $G_1$ ESTACIONES STA. CLOTILDE – SGTO. PUÑO.....	173
FIGURA N° 4.37 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN $G_1$ ESTACIÓN STA. CLOTILDE - SOPLIN.....	173
FIGURA N° 4.38 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN $G_1$ STA. CLOTILDE- RIMACHI.....	173
FIGURA N° 4.39 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN $G_2$ CABALLOCOCHA – PTO. ARTURO.....	174
FIGURA N° 4.40 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN $G_2$ CABALLOCOCHA – CORBATA.....	174
FIGURA N° 4.41 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN $G_2$ CABALLOCOCHA – CURARAY.....	174
FIGURA N° 4.42 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN $G_2$ CABALLOCOCHA – PTO. ALEGRIA.....	174
FIGURA N° 4.43 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN $G_2$ CABALLOCOCHA – SAN FERNANDO.....	174
FIGURA N° 4.44 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN $G_2$ CABALLOCOCHA – CHIMBOTE.....	174
FIGURA N° 4.45 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN $G_3$ STA. RITA CASTILLA – SGTO.LORES.....	174
FIGURA N° 4.46 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN $G_3$ STA. RITA CASTILLA – SILVIA MERINO.....	174
FIGURA N° 4.47 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN $G_4$ BAGAZAN - LA PEDRERA.....	174
FIGURA N° 4.48 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN $G_5$ SAN RAMÓN - YURIMAGUAS.....	175
FIGURA N° 4.49 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN $G_5$ SAN RAMÓN - LAGUNAS.....	175
FIGURA N° 4.50 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN $G_5$ SAN RAMÓN – SANTA CRUZ.....	175
FIGURA N° 4.51 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN $G_6$	

	BAGUA CHICA ALTA – SHUMBA ALTA .....	175
FIGURA N° 4.52	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>6</sub> BAGUA CHICA ALTA – ARAMANGO .....	175
FIGURA N° 4.53	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>6</sub> BAGUA CHICA ALTA – EL PINTOR .....	175
FIGURA N° 4.54	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>7</sub> IMACITA – CHIRIACO .....	175
FIGURA N° 4.55	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>7</sub> IMACITA – STA.MARIA DENIEVA .....	175
FIGURA N° 4.56	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>8</sub> JAEN – CASCARILLA .....	175
FIGURA N° 4.57	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>8</sub> JAEN – YURIMAGUAS .....	176
FIGURA N° 4.58	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>8</sub> JAEN – PIMPINGOS .....	176
FIGURA N° 4.59	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>9</sub> SHUMBA ALTA - NAMBALLE .....	176
FIGURA N° 4.60	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>9</sub> SHUMBA ALTA – SAN IGNACIO.....	176
FIGURA N° 4.61	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>9</sub> SHUMBA ALTA – CHIRINOS .....	176
FIGURA N° 4.62	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>12</sub> PILHUANA – TINGO DE PONAZA.....	176
FIGURA N° 4.63	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>13</sub> NUEVO LIMA – BELLAVISTA.....	176
FIGURA N° 4.64	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>13</sub> NUEVO LIMA – DOS DE MAYO.....	176
FIGURA N° 4.65	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>13</sub> NUEVO LIMA – SHEPTE .....	176
FIGURA N° 4.66	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>14</sub> JAMALCA - LEIMEBAMBA .....	177
FIGURA N° 4.67	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>14</sub> JAMALCA - CHACHAPOYAS .....	177
FIGURA N° 4.68	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>14</sub> JAMALCA - MACHUNGAL.....	177
FIGURA N° 4.69	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>15</sub> SAN JUAN DE LOS ALISOS - TALANEO .....	177
FIGURA N° 4.70	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>19</sub> CHUGUR - CHOTA.....	177
FIGURA N° 4.71	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>19</sub> CHUGUR - TACABAMBA.....	177
FIGURA N° 4.72	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>19</sub> CHUGUR – CHOTANO LAJAS .....	177
FIGURA N° 4.73	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>20</sub> BAMBAMARCA - SAN JUAN DE LACAMARCA .....	177
FIGURA N° 4.74	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>20</sub> BAMBAMARCA – LA LLICA.....	177
FIGURA N° 4.75	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>21</sub> SAN MARCOS - CELENDIN .....	178
FIGURA N° 4.76	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>21</sub> SAN MARCOS – SONDOR MATARA .....	178
FIGURA N° 4.77	CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>21</sub> SAN MARCOS – LA ENCAÑADA .....	178

FIGURA N° 4.78 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>22</sub> MOLLEPATA - TAYABAMBA .....	178
FIGURA N° 4.79 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>22</sub> MOLLEPATA - CAJAS .....	178
FIGURA N° 4.80 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>23</sub> SIHUAS - LLANGANUCO .....	178
FIGURA N° 4.81 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>23</sub> SIHUAS - PARÓN .....	178
FIGURA N° 4.82 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>24</sub> CHAVIN- CAHUISH .....	178
FIGURA N° 4.83 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>25</sub> OYON- COCHAQUILLO .....	178
FIGURA N° 4.84 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>26</sub> TINGO MARIA – LA DIVISORIA .....	179
FIGURA N° 4.85 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>26</sub> TINGO MARÍA – LA EL MAROMAL .....	179
FIGURA N° 4.86 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>26</sub> TINGO MARÍA – LA UCHIZA .....	179
FIGURA N° 4.87 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>27</sub> HUÁNUCO - AMBO IDMA .....	179
FIGURA N° 4.88 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>27</sub> HUÁNUCO – CANCHAN .....	179
FIGURA N° 4.89 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>27</sub> HUÁNUCO – JACAS CHICO .....	179
FIGURA N° 4.90 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>28</sub> CERRO PASCO – SAN RAFAEL .....	179
FIGURA N° 4.91 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>28</sub> CERRO PASCO – ATACUCHA .....	179
FIGURA N° 4.92 CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G <sub>28</sub> CERRO PASCO – HUARIACA .....	179
FIGURA N° 4.93 ANÁLISIS COMPARATIVO DE DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA MÍNIMA .....	180
FIGURA N° 4.94 ANÁLISIS COMPARATIVO DE DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA MÁXIMA .....	180
FIGURA N° 4.95 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÁXIMA GRUPO <sub>1</sub> .....	181
FIGURA N° 4.96 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÁXIMA GRUPO <sub>2</sub> .....	181
FIGURA N° 4.97 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÁXIMA GRUPO <sub>3</sub> .....	182
FIGURA N° 4.98 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÁXIMA GRUPO <sub>4</sub> .....	182
FIGURA N° 4.99 CORRELACION DE TEMPERATURA MÁXIMA GRUPO <sub>5</sub> .....	183
FIGURA N° 4.100 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÁXIMA GRUPO <sub>6</sub> .....	183
FIGURA N° 4.101 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÁXIMA GRUPO <sub>7</sub> .....	183
FIGURA N° 4.102 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÁXIMA GRUPO <sub>8 Y 9</sub> .....	184
FIGURA N° 4.103 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÁXIMA GRUPO <sub>10</sub> .....	184
FIGURA N° 4.104 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÁXIMA GRUPO <sub>11</sub> .....	184
FIGURA N° 4.105 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÁXIMA GRUPO <sub>12</sub> .....	185
FIGURA N° 4.106 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÁXIMA GRUPO <sub>13</sub> .....	185
FIGURA N° 4.107 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÁXIMA GRUPO <sub>14</sub> .....	185
FIGURA N° 4.108 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÁXIMA GRUPO <sub>15</sub> .....	186
FIGURA N° 4.109 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÁXIMA GRUPO <sub>16</sub> .....	186
FIGURA N° 4.110 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÁXIMA GRUPO <sub>17</sub> .....	186
FIGURA N° 4.111 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÁXIMA GRUPO <sub>18</sub> .....	187
FIGURA N° 4.112 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÍNIMA GRUPO <sub>1</sub> .....	188
FIGURA N° 4.113 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÍNIMA GRUPO <sub>2</sub> .....	188



FIGURA N° 4.114 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÍNIMA GRUPO <sub>3</sub> .....	189
FIGURA N° 4.115 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÍNIMA GRUPO <sub>4</sub> .....	189
FIGURA N° 4.116 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÍNIMA GRUPO <sub>5</sub> .....	190
FIGURA N° 4.117 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÍNIMA GRUPO <sub>6</sub> .....	190
FIGURA N° 4.118 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÍNIMA GRUPO <sub>7</sub> .....	191
FIGURA N° 4.119 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÍNIMA GRUPO <sub>8 Y 9</sub> .....	191
FIGURA N° 4.120 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÍNIMA GRUPO <sub>10</sub> .....	192
FIGURA N° 4.121 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÍNIMA GRUPO <sub>11</sub> .....	192
FIGURA N° 4.122 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÍNIMA GRUPO <sub>12</sub> .....	192
FIGURA N° 4.123 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÍNIMA GRUPO <sub>13</sub> .....	192
FIGURA N° 4.124 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÍNIMA GRUPO <sub>14</sub> .....	193
FIGURA N° 4.125 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÍNIMA GRUPO <sub>15</sub> .....	194
FIGURA N° 4.126 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÍNIMA GRUPO <sub>16</sub> .....	194
FIGURA N° 4.127 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÍNIMA GRUPO <sub>17</sub> .....	195
FIGURA N° 4.128 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MÍNIMA GRUPO <sub>18</sub> .....	195
FIGURA N° 4.129 ANÁLISIS COMPARATIVO DE HUMEDAD RELATIVA.....	196
FIGURA N° 4.130 ANÁLISIS COMPARATIVO DE VELOCIDAD DE VIENTO.....	196
FIGURA N° 4.131 ANÁLISIS COMPARATIVO DE HORAS DE SOL.....	196
FIGURA N° 4.132 ANÁLISIS COMPARATIVO DE EVAPORACIÓN.....	197
FIGURA N° 4.133 ANÁLISIS COMPARATIVO DE E <sub>to</sub> PENMAN.....	197
FIGURA N° 4.134 COMPARACIÓN DE E <sub>to</sub> EN INVERNADERO.....	197
FIGURA N° 4.135 ANÁLISIS DE DOBLE MASA PERÍODO COMÚN.....	198
FIGURA N° 4.136 HISTOGRAMA DE CAUDAL ESTACIÓN SAN BORJA.....	198
FIGURA N° 4.137 HISTOGRAMA DE CAUDAL MEDIOS MENSUALES.....	198
FIGURA N° 4.138 BALANCE HÍDRICO ALTO MARAÑÓN.....	199
FIGURA N° 4.139 BALANCE HÍDRICO BAJO MARAÑÓN.....	199
FIGURA N° 4.140 BALANCE HÍDRICO CENEPÁ.....	199
FIGURA N° 4.141 BALANCE HÍDRICO HUALLAGA.....	199
FIGURA N° 4.142 BALANCE HÍDRICO MEDIO ALTO MARAÑÓN.....	200
FIGURA N° 4.143 BALANCE HÍDRICO MEDIO BAJO MARAÑÓN.....	200
FIGURA N° 4.144 BALANCE HÍDRICO MEDIO MARAÑÓN.....	200
FIGURA N° 4.145 BALANCE HÍDRICO PASTAZA.....	200
FIGURA N° 4.146 BALANCE HÍDRICO TIGRE.....	201
FIGURA N° 4.147 BALANCE HÍDRICO SAN BORJA.....	201
FIGURA N° 4.149 BALANCE HÍDRICO CUENCA TOTAL.....	201

## **ANEXO DE MAPAS**

		Pág.
MAPA Ubi	MAPA DE UBICACIÓN .....	203
MAPA Cur	MAPA DE CURVAS DE NIVEL .....	204
MAPA Dem	MODELO DÍGITAL DE ELEVACIÓN .....	205
MAPA Cli	MAPA CLIMÁTICO .....	206
MAPA Hid	MAPA HIDROGRÁFICO .....	207
MAPA Est	RED DE ESTACIONES .....	208
MAPA Gri	GRILLADO .....	209
MAPA Pmed DEL 01 AL 13	ISOLÍNEAS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN TOTAL .....	222
MAPA Pmin DEL 01 AL 13	ISOLÍNEAS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÍNIMA .....	235
MAPA Pmax DEL 01 AL 13	ISOLÍNEAS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA .....	247
MAPA Tmed DEL 01 AL 13	ISOTERMAS MENSUALES DE TEMPERATURA MEDIA .....	260
MAPA Tmin DEL 01 AL 13	ISOTERMAS MENSUALES DE TEMPERATURA MÍNIMA .....	273
MAPA Tmax DEL 01 AL 13	ISOTERMAS MENSUALES DE TEMPERATURA MÁXIMA .....	286
MAPA HR med DEL 01 AL 13	ISOLÍNEAS DE HUMEDAD RELATIVA .....	299
MAPA Hs med DEL 01 AL 13	ISOLÍNEAS DE HORAS DE SOL .....	312
MAPA V med DEL 01 AL 13	ISOLÍNEAS DE VELOCIDAD DE VIENTO .....	325
MAPA E med DEL 01 AL 13	ISOLÍNEAS DE EVAPORACIÓN DE TANQUE .....	338
MAPA ETo DEL 01 AL 13	ISOLÍNEAS DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA .....	351
MAPA ETc DEL 01 AL 13	ISOLÍNEAS DE EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL .....	363
MAPA Esc DEL 01 AL 13	ISOLÍNEAS DE ESCURRIMIENTO .....	377

## RESUMEN

El presente estudio forma parte de las actividades que desarrolla la Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos, con el fin de contribuir al desarrollo del país mediante el conocimiento del comportamiento hidrológico y meteorológico de las principales variables que forman parte del ciclo hidrológico (precipitación, evaporación, transpiración, escurrimiento).

La cuantificación de cada una de las variables del ciclo hidrológico, nos permitirá conocer la disponibilidad del recurso agua en la cuenca a nivel espacial y temporal, mediante la determinación del Balance Hídrico Superficial.

El trabajo se inicia con la selección y recopilación de la información hidrológica y meteorológica, habiéndose conseguido recopilar información de 186 estaciones (Pluviométricas, Climatológicas Ordinarias, Meteorológicas Agrícolas Principal e Hidrológicas) del SENAMHI, ubicadas en la zona de estudio (149) y en el entorno de la cuenca (37), de total de estaciones 20% de ellas se encuentran paralizadas o desactivadas; para el análisis de caudales se ha tenido en cuenta 02 estaciones hidrológicas las mismas que se encuentran operativas y registran información de caudales del período 1985 – 2010.

En el trabajo de gabinete, se realiza el procesamiento automático de la información de Precipitación, Temperatura, Viento, Horas de sol, Humedad relativa y Caudales medios mensuales de la cuenca, con el fin de caracterizar el régimen hidrológico y meteorológico, para ello se seleccionó el período comprendido entre 1969 y 2010, abarcando un total de 41 años.

Con el fin de conocer si los datos de precipitación mensual recopilados en cada una de las estaciones, son consistentes y representativas de la zona, se realizó un análisis de consistencia, para lo cual se agruparon las estaciones en veintiocho grupos de trabajo teniendo en cuenta su altitud y distribución espacial y temporal; como resultado de este análisis se tuvo que corregir la información de aquellas estaciones que presentaron saltos y quiebres, lo cual nos permitió uniformizar el período de información (1969 – 2010).

Al contar con escasa información fue necesario construir una grilla de 5 kmx5km, en cuyos vértices y con el apoyo del Hydracces se generó información de las variables que intervienen en el ciclo hidrológico (Precipitación, Temperatura, etc.) que nos permita caracterizar la zona de estudio de la manera siguiente:

- La distribución de la precipitación en la cuenca, a nivel medio mensual registra un comportamiento variable con valores que fluctúan entre 0,0 mm y 500 mm; siendo Marzo el más lluvioso, donde se registra el 15% de la precipitación total anual.

- El período lluvioso se inicia en Noviembre y termina en Abril del año siguiente; siendo en este período donde se produce el 77% de la precipitación total del año.
- En el período Mayo – Octubre, se registra el 13% de la precipitación acumulada anual, siendo Agosto el más seco, donde se registra el 6% de la precipitación anual.
- La zona de mayor precipitación, está ubicada en las nacientes de los ríos Cenepa, Santiago, Pastaza y El Tigre, así como en el Alto Huallaga, donde la precipitación anual puede superar los 3000 mm/año;.
- La zona de menor precipitación, está ubicada en el lado occidental de la cuenca del Marañón y hacia la cordillera de los Andes; donde la precipitación anual llega a los 200 mm/año y, en el mes más seco (Julio) la precipitación es totalmente escasa.
- La precipitación media áreal en toda la región hidrográfica es de 1702,4 mm.
- La precipitación mínima, varía de 0,0 mm a 300 mm, siendo Marzo, donde se presentan los mayores valores de este parámetro.
- En el período Junio – Setiembre, se presentan los menores valores de precipitación mínima, siendo Junio, Julio y Agosto los más secos del año.
- La menor precipitación mínima total anual se registra hacia la parte occidental de la cuenca y hacia la cordillera de los Andes, donde esta puede ser totalmente escasa.
- La precipitación máxima mensual varía entre 10 mm y 800 mm, siendo Marzo donde ocurren los mayores valores, especialmente en la parte alta de la cuenca de los ríos Cenepa, Santiago y Tigres, así como hacia el Alto Huallaga los valores fluctúan entre 600 mm y 800 mm.
- Los menores valores de precipitación máxima areal, se presenta en la zona occidental de la cuenca hacia el Alto Marañón, con valores inferiores a los 10 milímetros en el mes más seco del año (agosto).
- La distribución espacial de las precipitaciones en la cuenca del Marañón está influenciada por la orografía (cordillera de los Andes) y por el aire húmedo proveniente de la, especialmente en época de lluvias y los vientos alisios del noreste que llevan el agua hacia el llano Amazónico.
- El análisis de la variable temperatura, permitió conocer su distribución espacial y temporal; así como su comportamiento, que en resumen se puede decir, que sigue el típico patrón anual de variación que corresponde a su latitud geográfica tropical. La cuenca del Marañón se caracteriza por la diversidad de microclimas con temperaturas absolutas que oscilan entre 8,0°C y 36°C, registrándose los mayores valores entre Diciembre a Marzo.

En la región de los Andes Septentrionales o Páramos el clima es frío y húmedo con neblinas frecuentes, heladas estacionales y precipitaciones que ocurren con menor intensidad de Mayo a Agosto, la temperatura fluctúa

entre los 6° C a 17° C. Corresponde a esta región el extremo Oeste de la provincia de Jaén, colindante con la provincia de Huancabamba.

En las partes bajas el clima es cálido, muy húmedo, de naturaleza tropical y con fuertes precipitaciones, con temperaturas elevadas hasta de 38°C. Como en los valles del Marañón o el Mayo en las provincias de Jaén, Bagua, Utcubamba y San Martín.

Del análisis de esta variable, se indica lo siguiente:

- La temperatura media, registra en febrero y marzo los mayores valores que fluctúan entre 6,0° C y 30,0°C y el más frío son Julio y Agosto varían de 4,0°C y 26°C.  
Las mayores temperaturas se presentan hacia el llano amazónico y las menores hacia el lado occidental de la cuenca.
- Los menores valores de temperatura mínima se presentan en julio y agosto los cuales oscilan entre - 2°C y 28°C y los mayores ocurren en febrero con 2,0°C y 30,0°C. Hay que mencionar que los menores valores de esta variable ocurren en zonas cercanas a la cordillera Blanca.
- Los mayores valores de temperatura máxima, se registran entre Febrero y Marzo, que oscilan entre 12,0°C y 34,0°C, y las menores en Agosto con valores que varían de 60°C a 28,0°C. Los menores valores se presentan en zonas cercanas a la cordillera Blanca.

Al analizar la variable de Humedad relativa, se ha encontrado que:

El análisis indica que esta variable fluctúa entre 65% a 88%, esta zona presenta gran influencia de los Andes (Alto Marañón), pero hacia el llano Amazónico el rango de variación es de 80% a 90%. En términos generales, la humedad relativa es mayor en la parte baja que en la parte alta, a nivel de toda la cuenca la humedad relativa promedio es del 70%.

La variable de Velocidad de viento, tiene las siguientes características:

- El régimen eólico en la región extremadamente inestable, experimentando variaciones durante el día y a lo largo del año, en el análisis se ha determinado que:

Presenta una variación espacial de 0 a 5 m/s, es un comportamiento muy variable y está relacionada con la configuración topográfica, hacia oeste de la cuenca presenta los mayores módulos a nivel de núcleos (cuenca del Crisnejas y Chamaya).

Por encontrarse el Perú en la zona de convergencia intertropical, las masas



de viento provienen desde la dirección noreste, produciendo abundantes precipitaciones estacionarias. Los vientos provenientes del Noreste, con abundante humedad, al llegar a la cordillera de los Andes, se elevan ocasionando alta pluviosidad en la vertiente Oriental.

Los vientos tienen un mayor contenido de humedad entre Diciembre a Abril, por lo que en esta época aumentan considerablemente las precipitaciones en la Sierra y Selva.

Con respecto a la variable de Horas de sol, el análisis nos indica lo siguiente:

En general, el comportamiento es muy variable en toda la cuenca del Marañón, a nivel mensual se caracteriza por presentar valores de Enero a Diciembre que de 90 a 240 hrs/mes a nivel de la cuenca total. Cabe mencionar que durante Junio a Agosto presentan valores de 120 a 240 hrs/mes y son los de mayor amplitud, durante Setiembre a Mayo del año siguiente estos varían de 100 a 220 hrs/mes.

A nivel anual los módulos totales anuales acumulados oscilan de 1600 a 2200 hrs/año respectivamente, y los valores más altos se presentan en la cuenca Chamaya (hacia el límite con los Andes).

La determinación de la Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>), se realizó mediante la aplicación del método de Penman – Monteith, el cual fue desarrollado y aplicado por la FAO, y utilizado debidamente en los balances hídricos de las cuencas de la Unidad Hidrográfica del Pacífico, donde se ha obtenido muy buenos resultados.

Esta variable, parece no tener ninguna relación o dependencia con la altitud, registra sus menores valores se presenta en zonas cercanas a la cordillera Blanca y los mayores hacia la zona ecuatorial y hacia el oeste de la cuenca (Alto Huallaga).

La Evapotranspiración de referencia (E<sub>to</sub>), registra sus mayores valores en el período Setiembre - Enero, con un promedio de 115,0 mm/mes y, los menores en el período Mayo – Agosto con un valor medio de 93,3 mm/mes.

Los mayores valores de esta variable se concentran hacia la zona Ecuatorial nacies de las subcuencas Santiago, Morona, Cenepa y hacia el Alto y Medio Huallaga, donde los valores mensuales son en promedio de 120,0 mm/mes.

Asimismo, para obtener la evapotranspiración de cultivo (ET<sub>c</sub>), ha sido necesario conocer el valor del coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>).

Esta cuenca a nivel areal la ET<sub>c</sub> presenta dos ciclos o períodos, alcanzando los

Valores máximos en Octubre-Abril, con un valor medio de 90,6 mm y uno de mínimos que ocurre de Mayo - Agosto con un promedio mensual de 73,4 mm.

A nivel anual los valores fluctúan de 800 mm a 1200 mm.

El caudal en las subcuencas, se ha obtenido en base a la información de caudales de la estación hidrológica, cuyos módulos medio anuales es:

$$\overline{QBorja} = 5008,7m^3 / s$$

Los mayores caudales se presentan en el período Enero – Abril y en el período Mayo - Octubre de cada año se presentan los menores valores. A nivel anual la cuenca del río Tigre aporta más al escurrimiento superficial, con 88,6 litros/seg/km<sup>2</sup> y la de menor aporte es El Alto Marañón con 35,2 litros/seg/km<sup>2</sup>.

Conocidos los valores de precipitación y evapotranspiración, se determino los valores mensuales del escurrimiento superficial, mediante la aplicación de la ecuación del balance hídrico, se determinó la disponibilidad de agua a nivel mensual en la cada una de las subcuencas de la región hidrográfica del Marañón, apreciándose excesos de agua durante todo el año.

En el balance, durante todo el año las subcuencas a excepción de la del Alto Marañón resultan con superávit promedio 76,1 mm/mes. El mayor superávit ocurre en el Tigre, cuyo exceso anual es de 1405 mm.

Hasta el punto de control (Borja) la cuenca resulta con un superávit de 768,9 mm.

Cabe destacar que la disponibilidad del recurso hídrico, ha sido referida a las aguas superficiales, no habiéndose considerado el aporte de las aguas subterráneas en las diferentes etapas del ciclo hidrológico, sumado a ellos la ocurrencia de eventos extremos como El Niño y La Niña, así como la influencia debido al Cambio Climático, factores que estarían influenciando en los resultados obtenidos.



**Foto** : Río Marañón en el distrito de Nauta, departamento de Loreto, Perú.  
Fuente: Howard G. Charing, 2009. [www.flickr.com](http://www.flickr.com).

***CAPÍTULO I***  
***INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS, JUSTIFICACIÓN***

## 1.1 INTRODUCCIÓN

La vida en la tierra comenzó en el agua, y actualmente el agua dulce da vida a las ciudades sedientas, irriga los campos de cultivos, produce la fuerza que mueve las centrales hidroeléctricas, es insumo importante en la industria, y es el hábitat de una multitud de seres vivos.

En los últimos cuatro decenios, se ha expresado una preocupación creciente por el aumento cada vez mayor de la demanda de este limitado recurso, en los sectores agrícola, industrial y doméstico. La escasez de agua, la contaminación, el suministro de agua potable en condiciones de seguridad y saneamiento adecuado, las alteraciones del ciclo hidrológico, así como las tensiones entre los países que comparten fuentes de agua comunes, son problemas que irán en aumento a medida que crezca la población mundial.

Ante este escenario, es responsabilidad de los gobiernos gestionar este recurso de manera sostenible para garantizar el desarrollo sostenible así como el bienestar económico y social.

El **ciclo hidrológico** gobierna caprichosamente la presencia del agua, que es decidida en cada momento por la latitud, la altura, vegetación, orografía, temperatura y la influencia de los océanos, así como por el tiempo y las actividades humanas. El agua que precipita de la atmósfera, brota del suelo en manantiales, es ofrecida por deshielos en la alta montaña, fluye por cauces fluviales y se acumula en vasos naturales, se deposita en grandes reservorios subterráneos o se encuentra y se funde con el mar en las desembocaduras de ríos y de lagunas costeras.

Pero cuando la disponibilidad del agua es discontinua o intermitente o cuando su exceso es causa de desastres por inundaciones y avenidas, deslizamientos de terreno, huaycos y sequías, entonces es necesario contar con esquemas adecuados y fiables de evaluación de los recursos hídricos para hacer frente a estos desafíos.

Con la finalidad de poder responder a la creciente demanda actual y futura de información sobre el agua y los conocimientos necesarios para el desarrollo sostenible, es indispensable conocer el comportamiento de las diversas variables que intervienen en el ciclo hidrológico (Precipitación, Evapotranspiración, Caudal) a través del **Balance Hídrico Superficial**.

La información obtenida en la determinación del balance hídrico es de gran utilidad en muchos campos de la investigación. Por ejemplo el conocimiento del déficit de humedad es primordial para comprender la factibilidad de irrigación, ya que provee información sobre el volumen total de agua necesaria en cualquier



época del año y entrega un valor importante sobre la sequedad. La información sobre los excedentes de agua y la cantidad por la cual la precipitación excede las necesidades de humedad cuando el suelo está en su capacidad de campo, es fundamental en todo estudio hidrológico, lo cual nos conllevaría a una adecuada planificación y gestión de los recursos hídricos, de tal forma que el desarrollo socioeconómico tenga como base el uso racional y armónico de sus recursos naturales.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 General**

Proporcionar un documento que contenga información de los recursos hídricos superficiales en la cuenca del río Marañón, que sirva como base para la planificación óptima de este recurso.

### **1.2.2 Específicos**

- Caracterizar el comportamiento de las variables hidroclimáticas a nivel espacial y temporal, en la cuenca del río Marañón.
- Generar información hidrológica, a nivel de subcuencas.
- Estimar la disponibilidad hídrica superficial, a nivel mensual, en la cuenca del río Marañón, a través del Balance Hídrico.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

En el estudio se evaluarán las condiciones meteorológicas e hidrológicas de la cuenca del río Marañón, con el fin de conocer su comportamiento y caracterizar cada una de las variables del ciclo hidrológico. Una vez realizado este proceso, se determinará el Balance Hídrico Superficial (BHS) de la cuenca, que nos permitirá conocer la disponibilidad del recurso hídrico durante todos los meses del año así como su uso y distribución en la zona de estudio.

Dicho balance, nos permitirá conocer la disponibilidad de agua superficial y planificar su adecuado manejo a nivel espacial y temporal, lo que además requiere conocer en qué forma y medida es actualmente usada, y propiciar la integración de las diferentes instituciones relacionadas con el manejo del agua.

El balance contribuirá a brindar conocimiento, tanto a nivel espacial como temporal, permitiendo a los gestores locales y regionales, mejorar la gestión del recurso hídrico, en los departamentos que se encuentran en el ámbito de la cuenca como: Loreto, San Martín, Amazonas, Cajamarca, Piura, Lambayeque, La Libertad, Ancash, Huánuco y Pasco. Este espacio alberga una gran cantidad de población, aproximadamente el 13.71% de la población nacional (según censo

2007) y comprende poblaciones andinas, comunidades campesinas, comunidades nativas amazónicas, poblaciones ribereñas, zonas urbanas andinas y amazónicas, entre otros.

Asimismo, en el Alto Marañón las duras condiciones climáticas, con frecuentes eventos adversos como inundaciones, sequías, heladas y granizadas, la gran altitud en se encuentra la región unido al inadecuado aprovechamiento de los recursos naturales disponibles, hacen extremadamente difíciles las condiciones de vida de su población.

En base a lo descrito, es importante contar con un documento técnico que permita conocer el volumen de agua actual y el abastecimiento en un futuro próximo.

A nivel industrial y energético, se dispondrá de un estudio que brindará la disponibilidad de agua en la cuenca para su utilización en las industrias y en la generación de energía hidroeléctrica.

Los resultados obtenidos, permitirá disponer de información necesaria para optimizar el ordenamiento y gestión de los recursos hídricos por la autoridad correspondiente en cada una de las unidades hidrográficas que conforman la cuenca del río Marañón, el estudio Hidrológico proporciona información descriptiva de las características fisiográficas y morfológicas de la cuenca, asimismo evalúa y cuantifica la disponibilidad hídrica superficial permitiendo entender el funcionamiento hidrológico de las cuencas.

Asimismo consideramos que el presente trabajo contiene sustanciales aportes, como la implementación de una base de datos de diversa información hidrometeorológica y cartográfica digital de la cuenca, la generación de mapas de isoyetas e isotermas a escala media anual y mensual, la modelación matemática de caudales medios mensuales a partir de la precipitación areal de la cuenca, como una gran alternativa para disponer de información más confiable desde el punto de vista hidrológico.

Es por ello que la elaboración, desarrollo y culminación del BHS, se justifica ya que es un elemento base para la planificación, el desarrollo de los pueblos y elevar el nivel de vida de las poblaciones asentadas en las cuencas del río Marañón.

***CAPÍTULO II***  
***REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA***

## 2.1 DEFINICIONES

- **Hidrología**

Es la ciencia que estudia el agua, y sus manifestaciones en la atmósfera, sobre y debajo de la superficie terrestre; sus propiedades y sus interrelaciones naturales (Guevara y Cartaya, 1991).

- **Ciclo Hidrológico**

El ciclo hidrológico es la sucesión de etapas que atraviesa el agua al pasar de la tierra a la atmósfera y volver a la tierra: evaporación desde el suelo, mar o aguas continentales, condensación de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o masas de agua y reevaporación.

El ciclo hidrológico involucra un proceso de transporte recirculatorio e indefinido o permanente, este movimiento permanente del ciclo se debe fundamentalmente a dos causas: la primera, el sol que proporciona la energía para elevar el agua (evaporación); la segunda, la gravedad terrestre, que hace que el agua condensada descienda (precipitación y escurrimiento).

Chereque, 1989, se entiende como el conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza, tanto en su estado (sólido, líquido y gaseoso) como en su forma (superficial, sub-superficial, subterránea, etc.).

En la **Figura 2.1**, se muestra la representación del ciclo hidrológico.

- **Sistema hidrológico**

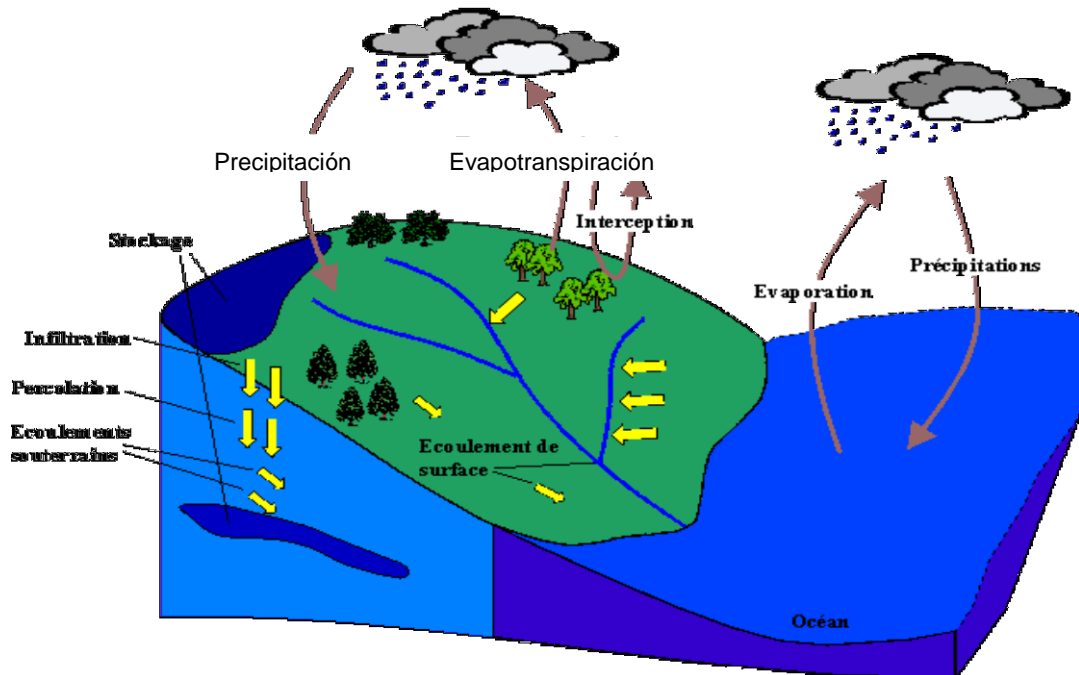
Guevara y Cartaya, 1991: los fenómenos hidrológicos son muy complejos, por lo que nunca pueden ser totalmente conocidos. Sin embargo, a falta de una concepción perfecta, se pueden representar de una manera simplificada mediante el concepto de sistema.

Un sistema viene a ser un conjunto de partes diferenciadas que interactúan como un todo. El ciclo hidrológico podría considerarse como un sistema, cuyos componentes son: precipitación, evaporación, escorrentía, y las otras fases del ciclo, tal como se muestra en la **Figura 2.2**.

- **Año Hidrológico**

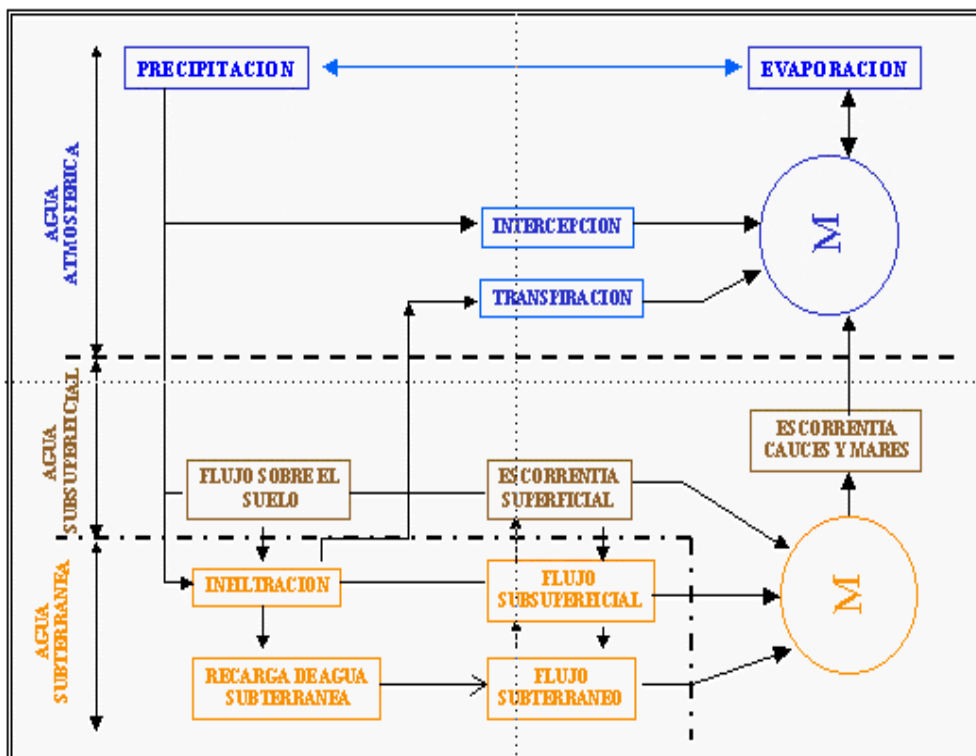
Período continuo de doce meses seleccionados de manera que los cambios globales en el almacenamiento sean mínimos, por lo que la cantidad

sobranante de un año al siguiente, se reduce al mínimo. En el Perú, el año hidrológico empieza en septiembre y termina en agosto del año siguiente.



**Figura 2.1 Representación del Ciclo Hidrológico**

Fuente: Musy, André, 2001. Cours "Hydrologie générale". Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. IATE/HYDRAM. Laboratoire d'Hydrologie et Aménagement. Capítulo 1. El ciclo hidrológico



**Figura 2.2. Representación del sistema hidrológico**

Fuente: Monografía del MOP – CEDES, 1992a, Estrela

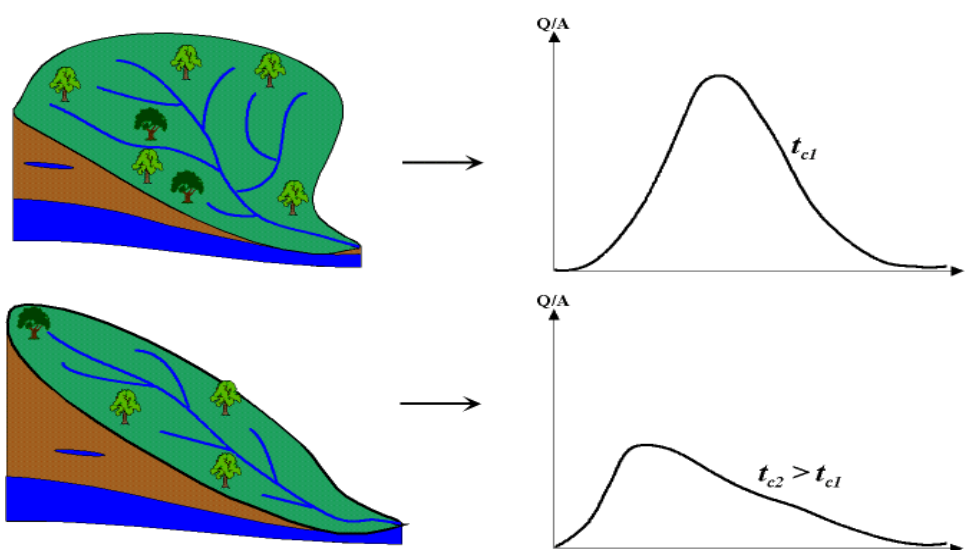
- **Hidrograma**

Expresión gráfica de la variación del caudal a lo largo del tiempo.

Un hidrograma de caudal es una gráfica o una tabla que muestra la tasa de flujo como función del tiempo en un lugar dado de la corriente. En efecto el hidrograma es una expresión integral de las características fisiográficas y climáticas que rigen las relaciones entre la lluvia y escorrentía de una cuenca de drenaje particular.

Según Heras (1983), el hidrograma permite representar la variación del caudal de un río, en función del tiempo.

El hidrograma, esta en función del aporte de precipitaciones que puedan ocurrir en la superficie de la cuenca y de las características físicas de ella, tal como se puede apreciar en la **Figura 2.3**, donde se observa una comparación de dos hidrogramas en función de la forma de la cuenca. Es decir para este caso a mayor pendiente de la cuenca la respuesta del hidrograma es más directa.



**Figura 2.3. Influencia de la forma de la cuenca en el Hidrograma**

Fuente: Musy, André, 2001.

- **Estación limnimétrica**

Es aquella en la cual solo se registran los niveles de agua del río, para lo cual se cuenta con unas reglas (escala o miras) llamadas limnimétricas, instaladas de forma recta o escalonadas en estructuras de concreto, con ella se realizan lecturas del nivel del río tres veces al día en época de estiaje y cinco veces en época de avenidas (en el caso del Perú, las lecturas se realizan cuatro veces al día y en el siguiente horario: 06, 10, 14 y 18 horas).

- **Aforo**

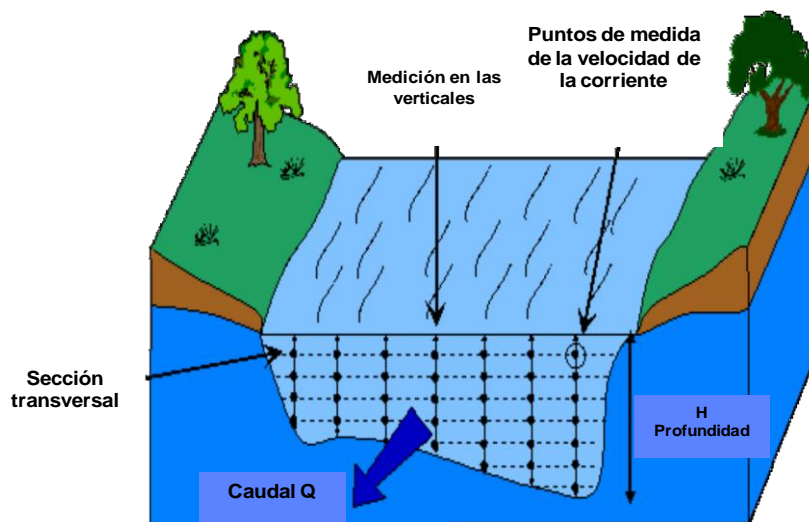
Operación por la cual se miden las velocidades, profundidades y anchos de las corrientes para determinar el caudal, mediante la utilización de un instrumento denominado correntómetro.

- **Balance hídrico**

Balance de entrada y salidas de agua en una zona hidrológica bien definida, tal como un embalse, un lago, o una cuenca, teniendo en cuenta el déficit o superávit de agua acumulada.

- **Caudal.**

Volumen de agua que fluye a través de una sección transversal de un río o canal en la unidad de tiempo, tal como se aprecia en la **Figura 2.4**.



**Figura 2.4. Caudal circulante a través de una sección transversal**

Fuente: Musy, André, 2001.

- **Curva de doble masa**

Curva de los valores acumulados sucesivos de una variable, medidos en un punto de la cuenca respecto de los valores acumulados comunes de la misma variable, medidos en otro punto de la misma cuenca o región hidrológica.

- **Precipitación**

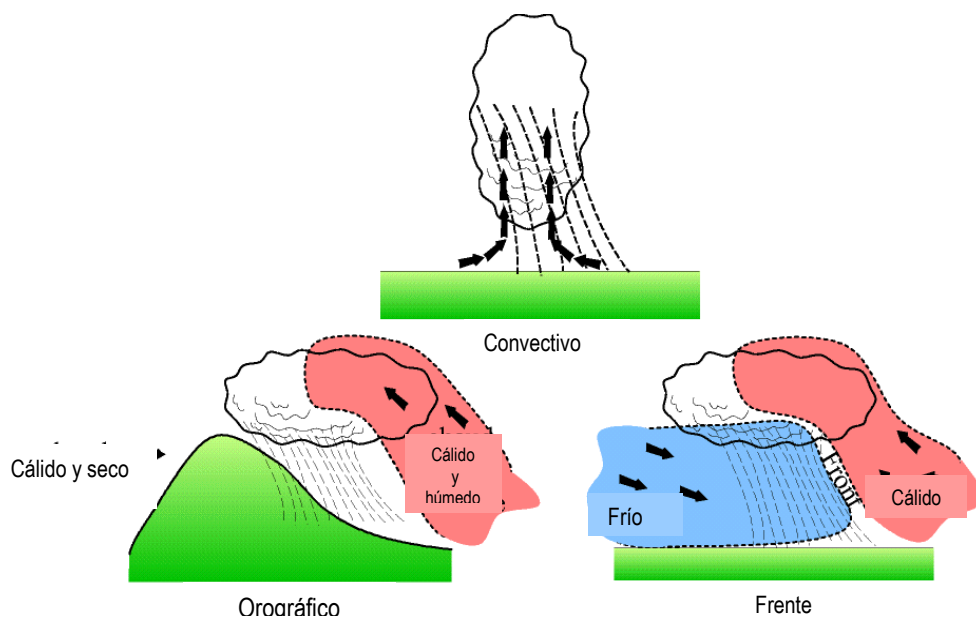
Se denomina precipitación, a toda agua meteórica que cae en la superficie de la tierra, tanto en forma líquida (llovizna, lluvia, etc) y sólida (nieve,

granizo, etc) y las precipitaciones ocultas (rocío, la helada blanca, etc). Ellas son provocadas por un cambio de la temperatura o de la presión. La precipitación constituye la .única entrada principal al sistemas hidrológico continental (Musy, 2001).

Para la formación de la precipitación se requiere la condensación del vapor de agua atmosférico. La saturación es una condición esencial para desbloquear la condensación. Los varios procesos termodinámicos son convenientes para realizar la saturación de las partículas atmosféricas inicialmente no saturadas y causar su condensación:

- Saturación y condensación isobárica (a presión constante),
- Saturación y condensación por presión adiabática,
- saturación y condensación por presión de vapor de agua,
- saturación por mezcla y turbulencia.

Existen diferentes tipos de precipitación: precipitación convectiva, precipitación orográfica y precipitaciones frontales, tal como se puede apreciar en la **Figura 2.5**.



**Figura 2.5. Principales tipos de precipitación: convectiva, orográficas y frontales**

Fuente: Musy, André, 2001.

**Precipitación Convectiva.** Resultan de una subida rápida de las masas del aire en la atmósfera. Se asocian a los cúmulos y cumulonimbus, desarrollo vertical significativo, y son generados así por el proceso de Bergeron. La precipitación que resulta de este proceso es generalmente tempestuosa, de corta duración (menos de una hora), de intensidad fuerte y de poca extensión espacial.



**Precipitación Orográfica.** Como su nombre indica (del griego oros = montaña), este tipo de precipitación se relaciona con la presencia de una barrera topográfica. La característica de la precipitación orográfica depende de la altitud, de la pendiente y de su orientación, pero también de la distancia que separa el origen de la masa del aire caliente del lugar del levantamiento. En general, presenta una intensidad y una frecuencia.

**Precipitación frontal o del tipo ciclónico.** Se asocian a las superficies de contacto entre la temperatura de la masa de aire, el gradiente térmico vertical, la humedad y de los diversos índices del recorrido, que uno nombra Frentes. Los frentes fríos crean precipitaciones cortas e intensas. Los Frentes calientes generan precipitaciones de larga duración pero no muy intensas.

- **Evaporación**

La evaporación es el fenómeno físico que permite a un fluido, convertirse en vapor o sea, en gas e incorporarse al aire. Es un fenómeno no conocido exhaustivamente y forma parte del ciclo hidrológico.

- **Transpiración**

Es la evaporación a través de las hojas. El proceso fisiológico de alimentación de las plantas se efectúa mediante el paso de ciertas cantidades de agua, portadoras de los alimentos, por el interior de ellas y ese tráfico solamente es posible gracias a la transpiración.

- **Intercepción**

Es la parte de la precipitación que es interceptada por objetos superficiales como la cubierta vegetal (**Figura 2.6**) o los tejados, en general, parte de esta agua interceptada nunca alcanza al suelo porque se adhiere y humedece estos objetos, posteriormente se evapora.

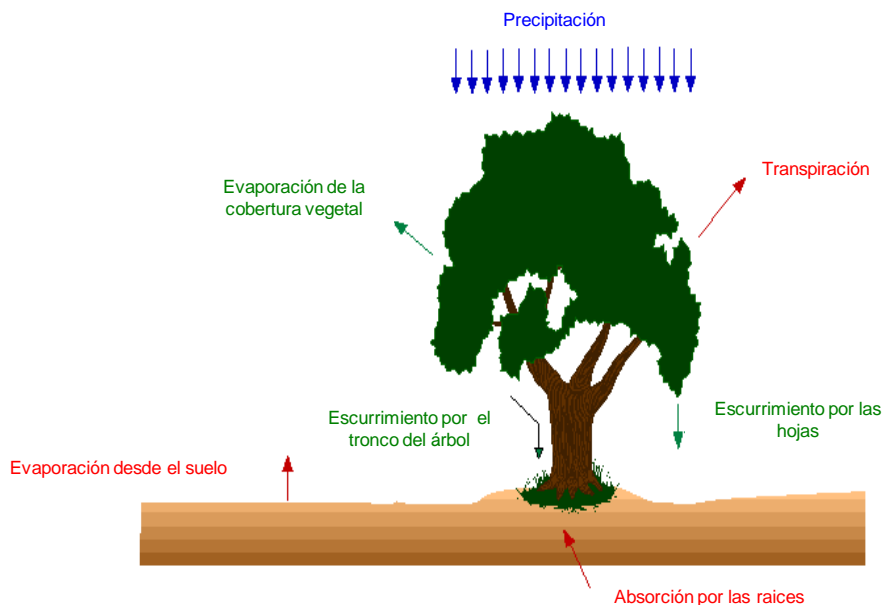
- **Recarga del acuífero**

Proceso mediante el cual el agua ingresa al almacenamiento subterráneo del acuífero, el área de recarga es una zona que permite que se suministre agua al acuífero.

- **Escorrentía superficial**

Es la porción de lluvia que no es infiltrada, interceptada o evaporada y que

fluye sobre las laderas. En realidad la escorrentía superficial, la infiltración y la humedad del suelo son interactivas entre sí, por tal motivo se debe tener cuidado en seleccionar el modelo adecuado para cada caso.



**Figura 2.6. Principales componentes que intervienen en los conceptos de evapotranspiración e intercepción.**

Fuente: Musy, André, 2001.

- **Escorrentía subsuperficial**

Es el agua que ha sido previamente infiltrada y no alcanza el almacenamiento subterráneo o acuífero, por lo tanto debe ser considerada como parte de la escorrentía.

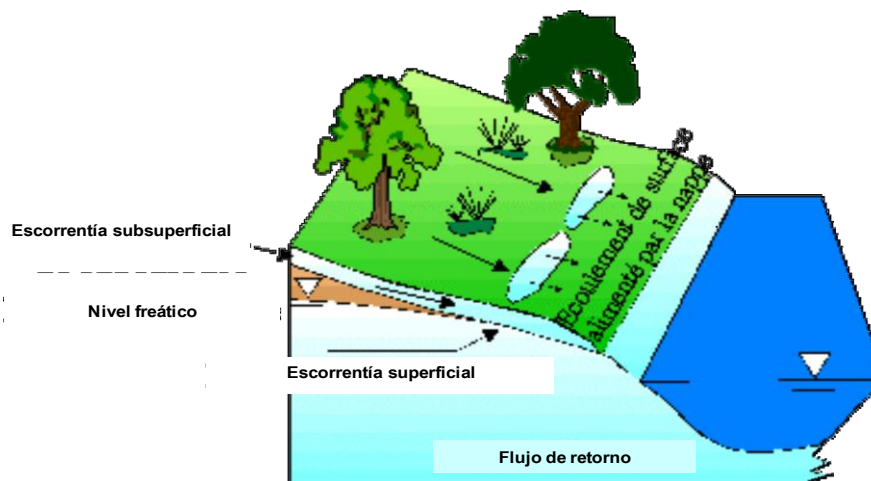
- **Flujo base**

Es la porción de agua derivada del almacenamiento subterráneo ó de otras aguas que se han retrasado en el tiempo y finalmente alcanzan el cauce (Sing, 1989) (**Figura 2.7**).

La representación de cada uno de estos procesos se puede realizar desde un punto de vista físico, en donde se obtienen ecuaciones no lineales cuya solución analítica puede ser muy compleja o simplemente no se encuentra una solución. Sin embargo, mediante la discretización en el tiempo y en el espacio, la linealización de las ecuaciones fundamentales, de sus ecuaciones de estado y de las condiciones de borde es posible encontrar resultados aceptables, teniendo en cuenta que este tipo de simplificaciones inducen a errores de escala. Una representación conceptual de estos fenómenos es aceptada siempre y cuando se trabaje a la escala adecuada.

- **Cuenca Hidrográfica**

La cuenca hidrográfica se define como una unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación se reúne y escurre a un punto común o que fluye toda al mismo río, lago o mar. En esta área viven seres humanos, animales y plantas, todos ellos relacionados (Sing, 1989).



**Figura 2.7. Principales componentes del agua que intervienen en los conceptos de detención, escorrentía superficial y subterránea.**

Fuente: Musy, André, 2001.

- **Subcuenca**

Unidad de drenaje de menor superficie que una cuenca y que forma parte de esta, constituyendo un tributario de la misma, o sea una cuenca que sale o que drena a una cuenca más grande (Sing, 1989).

- **Evapotranspiración**

Proceso mediante el cual el agua pasa de un estado líquido a un estado gaseoso a través de la transferencia de energía calorífica.

Es el total de agua convertido en vapor por una cobertura vegetal; incluye la evaporación desde el suelo, la evaporación del agua interceptada y la transpiración por las estomas de las hojas.

La alta tasa de evapotranspiración de los bosques puede provocar que durante épocas relativamente secas el subsuelo sea más seco que el mismo tipo de suelo bajo otra cobertura. Si en estas condiciones ocurre un evento fuerte de precipitación, gran parte del agua infiltrada es usada para llenar la capacidad de almacenamiento del suelo, y no escurre superficialmente. Este fenómeno puede contribuir en ciertos casos a mitigar

un evento de inundación (sobre todo en cuencas pequeñas). Sin embargo, de este fenómeno no se puede deducir que los bosques protejan contra inundaciones grandes.

La correcta determinación de la ETP es uno de los mayores problemas prácticos de la agrometeorología y su resolución contribuiría en gran medida al aumento de la efectividad de la agricultura, tanto de riego como de secano. En algunos países, la agricultura es la actividad que consume más agua, con una muy baja eficiencia, llegando a representar más del 85% del consumo total, lo que va acompañado de una eficiencia global del 30 al 40%; en general, se trata de una utilización excesiva del recurso (Martelo, 1986).

En condiciones tropicales el cálculo del balance hídrico hecho a partir de fórmulas de evapotranspiración presenta diferencias apreciables con el obtenido a partir de mediciones de humedad en el suelo. Entre otras cosas, estas diferencias se deben a que tales métodos no son representativos para aquellas condiciones, al haberse desarrollado en latitudes templadas. Por este motivo se considera conveniente disponer de una ecuación más adaptable al trópico, en especial para la faja latitudinal 15°N-15°S (García y López, 1970).

En la obtención de la misma se debe adoptar el criterio de utilizar los factores climatológicos de más fácil consecución. Para este orden de ideas, hay que analizar la disponibilidad de registros climatológicos de la región en consideración. Para nuestro caso conduce a los siguientes razonamientos:

- a) Existe una baja densidad total de estaciones climatológicas,
- b) Hay baja densidad de registradores de radiación solar,
- c) Los registros más abundantes son temperatura, humedad y evaporación.

Con referencia al apartado (b) se observa que los pocos registradores de radiación solar son aparatos mecánicos de relativa precisión que pueden incurrir en errores del 10%.

En lo que respecta al factor humedad relativa se considera más conveniente la utilización del valor medio de las horas diurnas ya que presenta varias ventajas en comparación con la humedad media diaria, así:

- a) La evapotranspiración es un proceso fundamentalmente diurno,
- b) El valor calculable por la expresión corresponde muy aproximadamente a la humedad relativa media de las horas diurnas. Estos valores son los únicos que presenta la mayoría de los boletines meteorológicos.

La evapotranspiración, es la combinación de dos procesos separados que originan pérdida de agua:

- **Evaporación:** es el proceso por el cual el agua líquida es convertido en vapor de agua (vaporización) y removida de la superficie evaporante.

La energía requerida para cambiar el estado de las moléculas de agua a vapor es la radiación solar directa, la temperatura ambiental del aire.

- **Transpiración:** Consiste en la vaporización del agua líquida contenida en las plantas y el vapor removido a la atmósfera. La pérdida del agua es a través de los estomas de las plantas.

La transpiración, depende de la energía radiante, gradiente de presión de vapor y viento, radiación, temperatura del aire, humedad del aire y viento. La razón de la transpiración también está influenciada por, la característica de la vegetación, aspecto del ambiente y práctica de cultivo.

La evaporación y transpiración ocurren simultáneamente que no es fácil de distinguirlos. Cuando la planta es pequeña, el agua pérdida es por evaporación del agua en el suelo, pero cuando la planta va desarrollándose paulatinamente, la transpiración va cobrando mayor importancia en este proceso, tal como se puede apreciar en la **Figura 2.8**, donde se observa que el 100% de la ET es por evaporación y cuando la planta está en su máximo desarrollo sólo llega al 90% la transpiración.

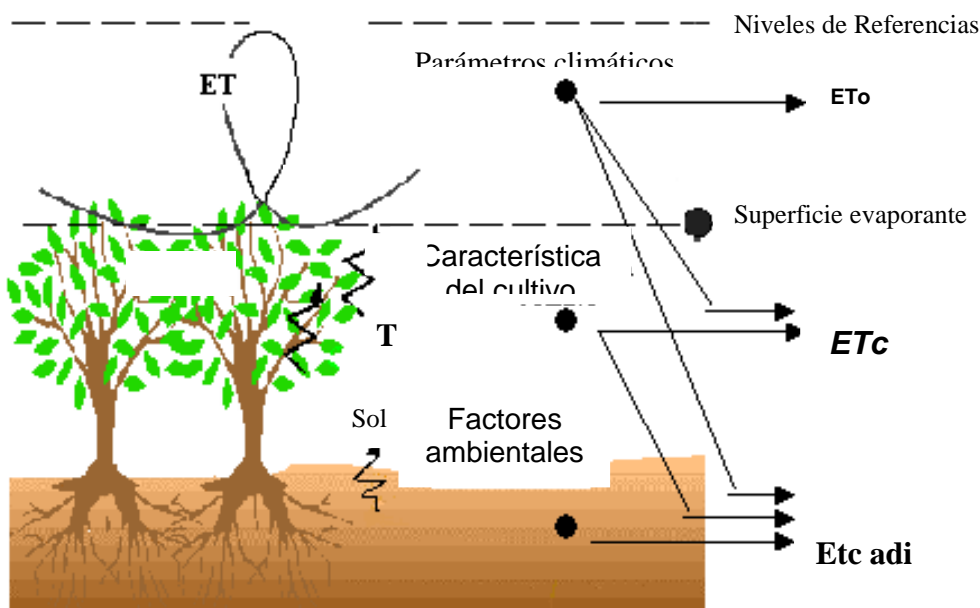


**Figura 2.8. Componentes de la evapotranspiración**

Fuente: El riego.com. Cálculo de las necesidades diarias de agua, 2001

[http://www.elriego.com/dom/informate/Calculos/indice\\_calcneces\\_tiemp\\_riegos.htm](http://www.elriego.com/dom/informate/Calculos/indice_calcneces_tiemp_riegos.htm)

El clima, característica de la planta, aspecto del ambiente y manejo, son los parámetros que afectan los procesos de evaporación y transpiración, tal como se puede observar en la **Figura 2.9**.



**Figura 2.9 Factores que afectan la evapotranspiración**

Fuente: Musy, André, 2001.

- **Parámetro clima**

Los principales parámetros climáticos que afectan la evapotranspiración son la radiación, temperatura del aire, humedad y velocidad del viento. El poder de evaporación de la atmósfera está expresado por la evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo).

- **Factores del cultivo**

El tipo de cultivo, variedad y estado de desarrollo son considerados cuando se evalúa la evapotranspiración del cultivo. La resistencia de la transpiración difiere por la altura del cultivo, rugosidad del cultivo, reflexión del suelo cubierto y característica de las raíces de los cultivos, todo ello da como resultado diferentes niveles de ET en diferentes tipos de cultivo y bajo condiciones ambientales idénticas. La evapotranspiración del cultivo bajo condiciones standard (ETc), se refiere a la demanda de evaporación para cultivos que están creciendo en grandes campos bajo condiciones de agua óptima en el suelo, excelentes condiciones ambientales y de manejo.

- **Condiciones ambientales y de manejo**

Factores tales como salinidad del suelo, suelo poco fértil y de limitada aplicación de fertilizante, presencia de horizontes impermeables del suelo,



ausencia de control de enfermedades y peste, y poco manejo de suelo pueden limitar el desarrollo del cultivo y reducir la evapotranspiración. Otros factores a ser considerados cuando se evalúa la ET son: suelo cubierto, densidad de la planta y el contenido de agua en el suelo.

La evapotranspiración puede determinarse mediante medidas directas a base de evapotranspirómetros de pesada o lisímetros de drenaje (**Foto 1**), pero dadas las dificultades que encierra su instalación y lo costoso de ésta, la estimación indirecta de ET a base de fórmulas empíricas, seguirá siendo de gran utilidad (Cebas, 2000).

Los métodos de Thornthwaite (1948), Blaney-Criddle (1950) y Turc (1961), han sido los más comúnmente utilizados en nuestro país para el cálculo de la evapotranspiración. Hasta años muy recientes, la estimación de las necesidades de agua de los cultivos del regadío, se han basado en las valoraciones aportadas por tales métodos, principalmente el de Thornthwaite. Sin embargo, pese a su interés, actualmente se cuestiona su validez en condiciones de clima mediterráneo, ya que da valores de evaporación muy inferiores a los reales, con un error que puede llegar a ser del 40 - 50% por defecto.



**Foto 1. Lisímetro de drenaje**

Fuente: CEBAS. Murcia, 2000.

El problema de las fórmulas climáticas es su utilización en zonas diferentes a aquellas para las que fueron elaboradas.

Mayor precisión ofrece la fórmula original de Penman que mediante la combinación de dos términos, el de radiación y el aerodinámico (viento y déficit de saturación), permite expresar mejor las variaciones de ET a nivel local. Sin embargo, presenta la dificultad de necesitar información de

estaciones meteorológicas muy completas (dada la complejidad de la fórmula), que son muy costosas y por tanto escasas, y presenta un margen de error aproximado de un 10-15% por debajo de la evaporación real.

Para dar mayor validez y precisión a las estimaciones de ET de la ecuación de Penman, superando al tiempo el ambiguo concepto de «evapotranspiración potencial», se desarrolló en la pasada década el concepto de **evapotranspiración del cultivo de referencia**, para el que se utilizan dos definiciones:

- La de la **FAO**, que define  $ET_o$ , como «tasa de evapotranspiración de una superficie extensa de **gramíneas** de altura uniforme entre 8 y 15 cm. y que no escasea de agua».
- La de la **A.S.C.E.**, que define  $ET_r$  como «evapotranspiración máxima que se produce en un campo de cultivo de superficie rugosa, como **alfalfa**, entre 30 y 45 cm. y bien provista de agua». Esta experiencia sobre la anterior ofrece la ventaja de adaptarse mejor a los cultivos arbóreos más frecuentes en la Región Mediterránea. Sin embargo, se ha demostrado que en climas áridos, semejantes a algunas de nuestras regiones, subvalora la evapotranspiración en un 10%.

En la **Figura 2.10**, se puede observar la diferencia entre evapotranspiración de cultivo de referencia ( $ET_o$ ), evapotranspiración de cultivo bajo condiciones standard ( $ET_c$ ) y evapotranspiración de cultivo bajo condiciones no standard ( $ET_{cadj}$ ).  $ET_o$  es un parámetro climático que expresa la fuerza de evaporación de la atmósfera,  $ET_c$  se refiere a la evapotranspiración para un campo con un manejo excelente, extenso y disponibilidad de agua.

El concepto de la evapotranspiración de referencia, fue introducido en estudios sobre la demanda de la evaporación de la atmósfera independiente del tipo de cultivo, desarrollo y manejo de prácticas de cultivos y abundante cantidad de agua en la superficie.

Los únicos factores que afectan la  $ET_o$ , son los parámetros climáticos, por lo tanto  $ET_o$  es un parámetro climático y puede ser calculado con datos climáticos.  $ET_o$  expresa la fuerza de evaporación de la atmósfera en una localidad específica en el tiempo y no considera la característica del cultivo ni factores del suelo. La FAO, recomienda el método de Penman – Monteith solamente para determinar la  $ET_o$ .

Los rangos típicos para valores de  $ET_o$  para diferentes regiones agroclimáticas están dados en la **Tabla 2.1**. Esos valores propuestos no han sido obtenidos por aplicaciones directas.



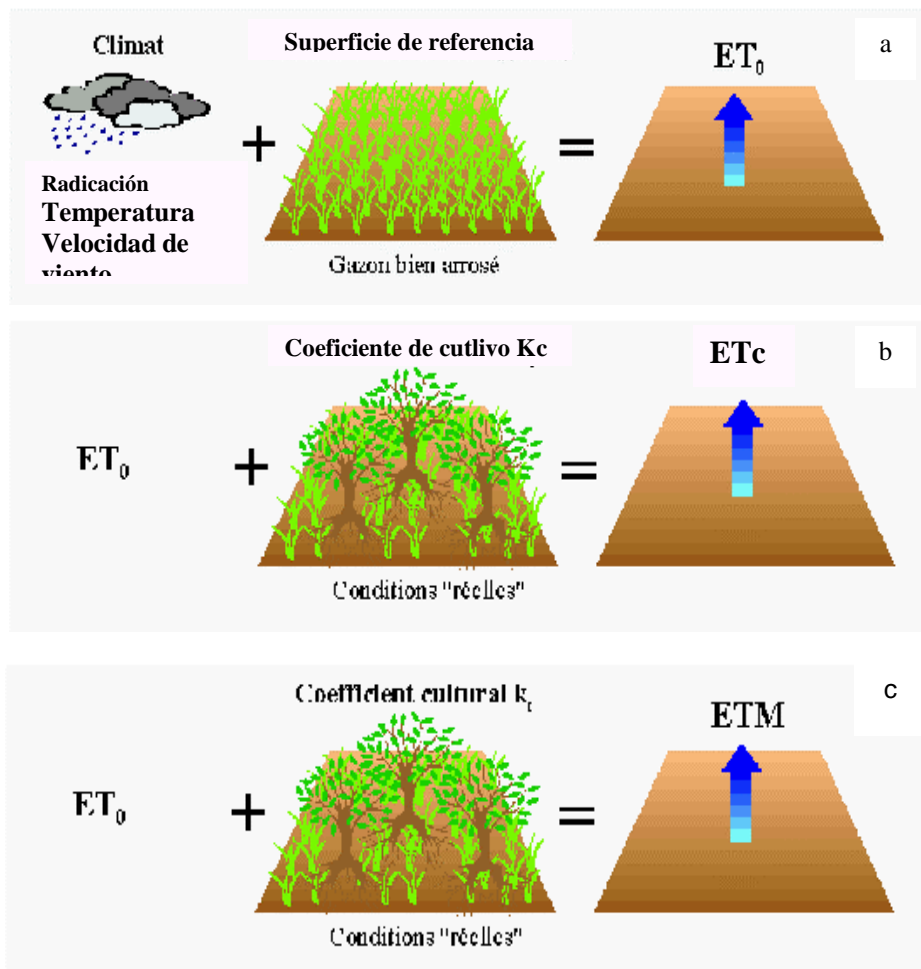


Figura 2.10. a) Evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ),  
 b) Evapotranspiración de cultivo condiciones estándar ( $ET_c$ ),  
 c) Evapotranspiración de cultivo cond. no estándar ( $ET_c$  adj)

Fuente: Musy, André, 2001.

Tabla 2.1. Promedios de  $ET_0$  para diferentes regiones agroclimáticas en mm/día

Regiones	Temperatura media diaria en (°C)		
	Frío - 10 ° C	Moderad o 20 ° C	Caliente > 30 ° C
<b><u>Tropical y subtropical</u></b>			
- Húmedo y sub húmedo	2 - 3	3 - 5	5 - 7
- Árido y semi árido	2 - 4	4 - 6	6 - 8
<b><u>Templada</u></b>			
- Húmeda y sub – húmeda	1 - 2	2 - 4	4 - 7
- Árido y semi árido	1 - 3	4 - 7	6 - 9

Fuente: FAO, 1998

ETc, que es la evapotranspiración del cultivo bajo condiciones standard, es aquella correspondiente a un cultivo libre de enfermedades, bien fertilizado, campos extensos en crecimiento, bajo condiciones óptima de agua en el suelo. El método de Penman – Monteith es usado para la estimación del cultivo de referencia standard y determinar el valor de la evapotranspiración ETo. Experimentalmente se determinó la razón de (ETc / ETo), llamado coeficiente de cultivo (Kc), que es usado para relacionar ETc a ETo o  $ETc = Kc * ETo$ .

ETc adj, conocido como la evapotranspiración de cultivo bajos condiciones no standard: suelo con vegetación bajo condiciones ambientales y de manejo que difieren de las condiciones standard. Cuando los campos de cultivos se cultivan, la evapotranspiración real del cultivo puede desviarse a ETc debido a condiciones no óptima, tal como la presencia de fertilizante, suelos salinos, baja fertilidad del suelo, déficit de agua o saturado de agua. Todas estas condiciones dan como resultado un escaso desarrollo de la planta, baja densidad y puede reducir el valor de la ETc.

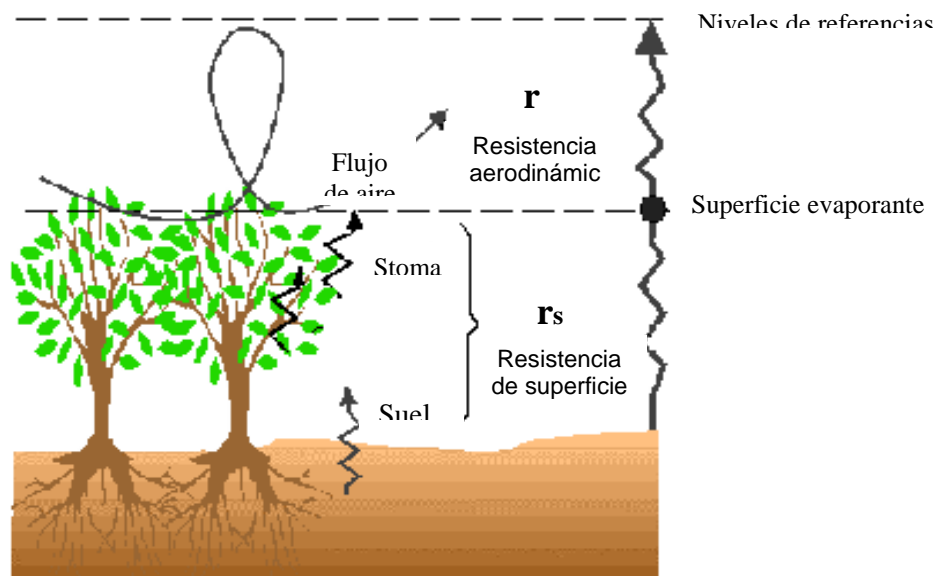
En 1948, Penman, combinó el método de balance de energía con el método de transferencia de masa y derivó una ecuación para calcular la evaporación en superficies libres de agua para registros climatológicos standard de horas de sol, temperatura, humedad y velocidad de viento. También llamado método combinado y fue desarrollado por muchos investigadores y extendido a superficies cultivadas por un factor de resistencia.

El factor de resistencia, esta expresado mediante la combinación de dos factores: factor de resistencia aerodinámico y factor de resistencia superficial, tal como se puede observar en la **Figura 2.11**.

La resistencia superficial,  $r_s$ , describe la resistencia del flujo de vapor a través de las aberturas de los stomas, área floreal total y superficie del suelo.

La resistencia aerodinámica,  $r_a$ , describe la resistencia de la vegetación dirigido hacia arriba y alrededor por la fricción del flujo de aire sobre la superficie de la vegetación.

Aunque los procesos cambian en una capa de vegetación, también es complejo describir completamente mediante los dos factores de resistencia, pueden obtenerse buenas correlaciones entre los valores de la evapotranspiración medida y la calculada, especialmente para una superficie uniforme y con grass de referencia.



**Figura 2.11. Resistencia superficial y aerodinámica del flujo de vapor de agua**

Fuente: FAO, 56

La superficie de referencia, según los expertos de la FAO, está definida de la manera siguiente:

“Se asume que un cultivo de referencia es aquel que tiene una altura de 0,12 m, una resistencia superficial de 70 s/m y un albedo de 0,23.”

La cuantificación de la  $E_{To}$ , mediante otros métodos indirectos más comunes, para determinar la evapotranspiración de referencia son (SIAR, 2001):

- Cubeta
- Blaney – Criddle modificado por FAO
- Hargreaves
- Papdakis
- Turc
- Penman – FAO
- Penman - Monteith

Los estudios comparativos entre los diferentes métodos llevados a cabo por FAO, se resumen de la siguiente manera:

Todos los métodos necesitan calibración in situ mediante lisímetros y técnicas de medición indirecta, métodos micrometeorológicos (relación de Bowen, el método del perfil, el método del torbellino, los métodos aerodinámicos combinados, el método sensorial remoto, etc).

Los métodos de radiación muestran buenos resultados en regiones donde

el término aerodinámico es relativamente pequeño, pero en condiciones áridas tiende a subestimar la evapotranspiración de referencia.

En el caso de los métodos que utilizan la cubeta de evapotranspiración claramente reflejan las insuficiencias de predecir la evapotranspiración del cultivo a partir de la evaporación de agua al aire libre. Los métodos son susceptibles a las condiciones microclimáticas bajo las cuales están las cubetas y el rigor del mantenimiento de la estación.

La relativa precisión y cumplimiento de la aproximación de Penman-Monteith tanto en climas áridos y húmedos ha sido indicado en los estudios de American Society of Civil Engineers (A.S.C.E.) y en estudios europeos.

El análisis de la realización de varios métodos de cálculo revela la necesidad de formular un método estándar para el cómputo de ETo. En el cálculo de la evapotranspiración de referencia se va a calcular Penman-Monteith debido al rigor en su planteamiento, a pesar de varias simplificaciones de su planteamiento teórico. Este es un método con gran probabilidad de predecir ETo correctamente con un amplio rango de localizaciones y climas y tiene disposición para su aplicación en situaciones de falta de datos, por lo que será el método utilizado para el cálculo de la evapotranspiración de referencia. Además el tipo de estaciones con el que contamos nos ofrecen los datos necesarios para aplicar este método.

La representación de cada uno de estos procesos se puede realizar desde un punto de vista físico, en donde se obtienen ecuaciones no lineales cuya solución analítica puede ser muy compleja o simplemente no se encuentra una solución. Sin embargo, mediante la discretización en el tiempo y en el espacio, la linealización de las ecuaciones fundamentales, de sus ecuaciones de estado y de las condiciones de borde es posible encontrar resultados aceptables, teniendo en cuenta que este tipo de simplificaciones inducen a errores de escala. Una representación conceptual de estos fenómenos es aceptada siempre y cuando se trabaje a la escala adecuada.

## 2.2 BALANCE HÍDRICO

Estrela, 1992; las entradas a la ecuación detallada del balance hídrico comprenden la precipitación total (P), como lluvia y nieve que alcanza el terreno, y las importaciones de agua exteriores al sistema, superficial (Ims) y subterráneas (Ima). Las salidas incluyen la evapotranspiración (ET) y los flujos superficiales (A) y subterráneo (F) que salen de los límites de la cuenca:

- **Entradas**

Los aportes naturales de agua recogidos por un territorio, cuenca en estudio (entradas al sistema) pueden tener dos orígenes:

**Precipitaciones eficaces (P - ET)**

Se obtiene sustrayendo la acción de la evapotranspiración (ET) y retenciones a las precipitaciones totales (P), y que a su vez provocan:

Escorrentía (E) inmediata en los cauces superficiales, Infiltración (I) que alimenta a los acuíferos subterráneos y a la parte subsuperficial.

**Importaciones (I m)**

Proviene del agua exterior que pueden entrar en el sistema por la red fluvial (Ims) o a través de acuíferos conexos (Ima).

- **Salida**

Se define como aportación total (At) al flujo efluente de un determinado territorio y es la suma de:

Los caudales circulantes por los cursos superficiales de agua que abandonan el territorio considerado: Aportaciones de la red fluvial (A).

El flujo subterráneo que sale del territorio a través de los acuíferos existentes: Fugas subterráneas (F).

En la aportación de la red fluvial se puede distinguir el **componente superficial (As)** que proviene directamente de la escorrentía y el **componente subterráneo (Af)**, consistente en las salidas de aguas subterráneas a los cauces superficiales.

En los sistemas en que las importaciones de territorios conexos tengan importancia, es conveniente definir la **aportación total de origen interno** (At - Im) como la diferencia entre la aportación total y las importaciones.

- **Reserva**

La reserva es el almacenamiento natural de agua presente en un determinado territorio y en una fecha dada, pudiendo encontrarse:

En superficie: cursos fluviales, lagos, nieve, glaciares.

En el subsuelo, tanto en la zona no saturada, como en los acuíferos.

Las reservas varían con el tiempo de acuerdo con las diferencias que se producen entre los flujos de entrada y de salida del territorio considerado.

Se define como **reserva media** a la media de las reservas existentes en un sistema a lo largo de un período suficientemente extenso como para ser considerado representativo. Este período deberá cumplir la propiedad de que los flujos medios de entrada y de salida coincidan sensiblemente, lo que asegura un equilibrio en el sistema.

Estrela, 1992; cuando las entradas exceden las salidas, el total de agua almacenada en el territorio (S) se incrementa, y la expresión que engloba estos parámetros es:

$$P + I_{ms} + I_{ma} - ET - A - F - \Delta S = 0 \quad (2.1)$$

está ecuación puede simplificarse o hacerse más compleja dependiendo de la disponibilidad de datos, finalidad del cálculo, tamaño del territorio y duración del intervalo de tiempo del balance.

Por ejemplo, si se establecen unidades territoriales que soporten balances hídricos prácticamente independientes, las importaciones y exportaciones a otros territorios serían nulas y si esas unidades tienen, además, una extensión importante, las salidas subterráneas al mar serían porcentualmente despreciables. Con esas hipótesis la ecuación (2.1) quedaría reducida a:

$$P - ET - A - \Delta S = 0 \quad (2.2)$$

Donde:

P	→	Precipitación en mm.,
ET	→	Evapotranspiración en mm.,
A	→	Representa la salida superficial de la cuenca o aportaciones de la Red Fluvial, en mm.,
$\Delta S$	→	Cambio de almacenamiento en mm.

La escala temporal hace referencia al intervalo de tiempo adoptado en la evaluación de recursos (día, semana, mes, estación, año) y a la longitud de las series de aportaciones.

El intervalo temporal viene condicionado por la futura gestión de cada sistema, que como mínimo precisa la simulación a escala mensual. La evaluación de aportaciones a escala inferior a la mensual (semanal, diaria)

deberá realizarse solo cuando la propia especificidad del sistema lo requiera pues la disponibilidad de datos y su manejo y controlabilidad disminuye de forma notable.

### 2.3 ANTECEDENTES

- **LEY DE RECURSOS HIDRICOS N°29338**, en su Título X, artículo 115°, indica que el agua amazónica, por su asociación con la biodiversidad y uso para la alimentación humana, requiere de herramientas que orienten la gestión integrada hacia metas de sostenibilidad de la biodiversidad, protección de ecosistemas de agua dulce, inclusión social y desarrollo local.
- **MINISTERIO AGRICULTURA – Dirección General de Aguas y suelos, 1992**,...la vertiente del Atlántico constituida por el gran colector continental que es el río Amazonas, el cual está constituido por 4 sistemas: sistema del río Amazonas (53 572 m<sup>3</sup>/s), sistema Yurúa (807,4 m<sup>3</sup>/s), sistema del río Purus (1 011,8 m<sup>3</sup>/s) y el sistema Madre de Dios (7 988,3 m<sup>3</sup>/s); en esta vertiente destacan los ríos Huallaga con 3 768 m<sup>3</sup>/s que tributa al Marañón, Ucayali con 17 686 m<sup>3</sup>/s y Marañón 17 371 m<sup>3</sup>/s que al unirse estos dos últimos cerca de Nauta forman el Amazonas que recorre el país unos 550 km; los ríos en esta zona son caudalosos y permanentes.

Indica que en la región selva el 95% del área agrícola es de secano con 45% de cultivos transitorio y que el Balance hídrico en la vertiente del Atlántico es altamente positivo (1623 mm).

- **ONERM, 1980** La ausencia o escasez de precipitaciones, que da origen a sequías relativas en el departamento de San Martín, está ligado al fenómeno denominado de subsidencia, que obedece a causas orográficas. Cuando el aire húmedo al elevarse franquea una montaña, al descender por la otra vertiente, se seca: es el efecto llamado de Foehn. La evaluación de la precipitación indica que esta tiene una distribución espacial donde los valores medios anuales más reducidos se presentan en las partes bajas, es decir, en el área del río Huallaga comprendida entre Pilluana y Bellavista (900 mm), incrementándose en las partes altas donde sobrepasa los 2 500 mm anuales.

Asimismo el régimen anual de los ríos muestra la ocurrencia de un período de avenidas (octubre – abril) y otro de estiaje (mayo – setiembre), aunque con una gran variabilidad, ya que presenta meses de caudales bajos dentro del período de avenidas.

Los balances hídricos realizados en áreas agrícolas muestran un déficit que supera el 30% de la evapotranspiración en la Unión (Biabo), Picota –



Bellavista (valle del Huallaga central) y Juan Guerra (Bajo Mayo); son menores de 6,5% en Saposo, Juanji, San José de Sisa; y de 16,7% en Morales – Tarapoto. La ocurrencia de déficits hídricos durante las campañas agrícolas, impide niveles de productividad óptimos.

La región cuenta con un inmenso potencial hidroeléctrico, que en diferentes estudios le asignan al río Huallaga un potencial técnico de entre 4,734 y 3,034MW y al río Mayo 1,433MW

- **SOLOMON, 1984**, la escorrentía media en la zona sigue generalmente la de la precipitación, pero presenta una mayor variación que ésta. Ello se debe a que zonas con escasas precipitaciones resultan afectadas por pérdidas de evaporación relativamente mayores, pues en esas zonas la radiación solar es más importante. También la topografía y la vegetación influyen en la escorrentía, pues en zonas con declives más acusados la concentración de escorrentía es más rápida. La variación estacional de escorrentía sigue también la de la precipitación, pero con cierto retraso, que es naturalmente menor en el caso de ríos pequeños, y llega hasta un mes en grandes ríos. La variación estacional del caudal también es más grande que la de precipitación, pues los periodos con menores precipitaciones se caracterizan igualmente por una radiación mayor y, consiguientemente, por pérdidas de evaporación más altas.
- **SENAMHI, 1998**, el río Marañón, registro el mayor incremento de nivel de agua en el mes de febrero de 1997 con 3,55 metros y el mayor descenso en mayo de 1987 con valor de -5,10 metros. El mayor incremento y descenso en el río Marañón a nivel anual se presentó en los años 1995/96 y 1986/87 con 7,77 metros y – 7,46 metros, respectivamente.
- **SENAMHI, 2011**, como conclusión de la comisión de servicio en diciembre del 2011 conjuntamente con HYBAM, concluye que la distribución de las precipitaciones medias areales utilizando el método de krigging para las cuencas como la del Huallaga fue de 166,0 mm, Marañón con 152,3 mm y la del Ucayali con 102,2 mm; así mismo, se identificó mediante éste método y de forma puntual núcleos de importante actividad pluviométrica que se ha venido presentando durante el presente año hidrológico, siendo las zonas más afectadas las comprendidas entre las localidades de Tingo María, La Divisoria, Tulumayo y Aucayacu en la cuenca del río Huallaga (al 20 de Diciembre la estación meteorológica Aucayacu presentó un acumulado de hasta 522,3 mm valor superior en 44% a su valor normal del mes) y las localidades de Aguaytía, Puerto Inca y San Alejandro en la cuenca del río Ucayali (al 20 de Diciembre la estación meteorológica Aguaytía presentó un acumulado de hasta 553,0 mm valor ligeramente inferior en -6% a su



normal del mes). Esta situación generó importantes crecidas en los ríos Huallaga y Ucayali respectivamente.

- **Tratado de Cooperación Amazónica – otca, 1997**, la región amazónica en el Perú tiene una superficie aproximada de 774 000 km<sup>2</sup> que corresponden al 60% de la superficie total del país. Allí se encuentran los departamentos de Loreto, Ucayali, San Martín y Madre de Dios y parte de los Departamentos de Amazonas, Cajamarca, Huánuco, Pasco, Junín, Ayacucho, Cusco y Puno...está formada por dos áreas geográficas diferenciadas: la zona de selva alta o ceja de selva, que va desde el lado oriental de las estribaciones de los Andes, y la zona de la gran llanura amazónica, caracterizada por su alta pluviosidad.



**Foto :** Puesta de sol en el río Marañón.  
Fuente: Rafael Estrella, 2012. [www.flickr.com](http://www.flickr.com).

***CAPÍTULO III***  
***MATERIALES Y MÉTODOS***

### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE LA REGIÓN HIDROGRÁFICA

El Perú se encuentra situado en la parte central y occidental de América del Sur, alineado de noroeste a sureste entre los paralelos 0° y 18° 20' de latitud sur, desde la línea de la costa hasta la Llanura Amazónica. Uno de los tres grandes espacios en los que se divide el continente americano, junto con América del Norte y América Central (conformado por las islas de las Antillas y en el mar Caribe). América del Sur o Sur América, es parte de América, una de las seis masas continentales que existen sobre la Tierra, los cinco continentes restantes son: Asia, Europa, África, Oceanía y la Antártida.

El Perú tiene un área superficial y continental de 1 285 215 km<sup>2</sup>, cifra que incluye a las islas ubicadas en el Mar de Grau, como así se le llama al Pacífico peruano; y las islas ubicadas en la parte peruana del Lago Titicaca. El Perú, es el tercer país de mayor extensión superficial después de Brasil y Argentina.

Políticamente, el Perú está constituido por 24 departamentos, con un total de 195 provincias y 1835 distritos. Lima es la capital y sede del gobierno central.

El territorio peruano puede dividirse en cuatro grandes regiones naturales; tres continentes y una Marina o la porción peruana del Océano Pacífico.

- ✓ La costa del Pacífico, franja territorial entre el océano y el piso inferior de los Andes, es una estrecha franja desértica sembrada de oasis poblados;
- ✓ La región montañosa central, la sierra o los Andes peruanos (alrededor del 30 % de su territorio nacional), esta delimitado por el desierto al oeste y los bosques tropicales al este, esta conformada por cordilleras de montañas cuyas cumbres están a más de 6.000 m de altitud y de una extensa meseta, el Altiplano andino.
- ✓ Al este está cubierto por la densa selva amazónica conocida antiguamente como montaña ahora denominada Amazonía; está conformada por llanuras forestales y colinas, que abarcan la mayor parte del territorio peruano (74.44%), dando origen a la cuenca más grande del mundo, cuenca del río Amazonas.

La **Figura 3.1**, muestra la extensión territorial del Perú, respecto a América del Sur. Delimitado de color verde, la cuenca Amazónica peruana donde esta emplazado el área de estudio, cuenca del río Marañón, una cuenca de gran importancia ya que al unirse con el río Ucayali en la ciudad de Nauta (Loreto) forma el gran río Amazonas.



**Figura 3.1.** Ubicación de la cuenca Amazónica

Fuente: Atlas hidrológico cuenca del río Maraón – SENAMHI 2012

La cuenca del río Maraón, es parte de la cuenca Amazónica Peruana y se encuentra ubicada al noreste del Perú. Es una cuenca transfronteriza entre Perú y Ecuador.

Hidrográficamente la cuenca del río Maraón pertenece a región hidrográfica del Amazonas, abarca una superficie total de  $347\,525\text{ km}^2$ . En Territorio peruano abarca  $297\,038\text{ km}^2$  que corresponde al 84% y el 16% se emplaza en territorio Ecuatoriano.

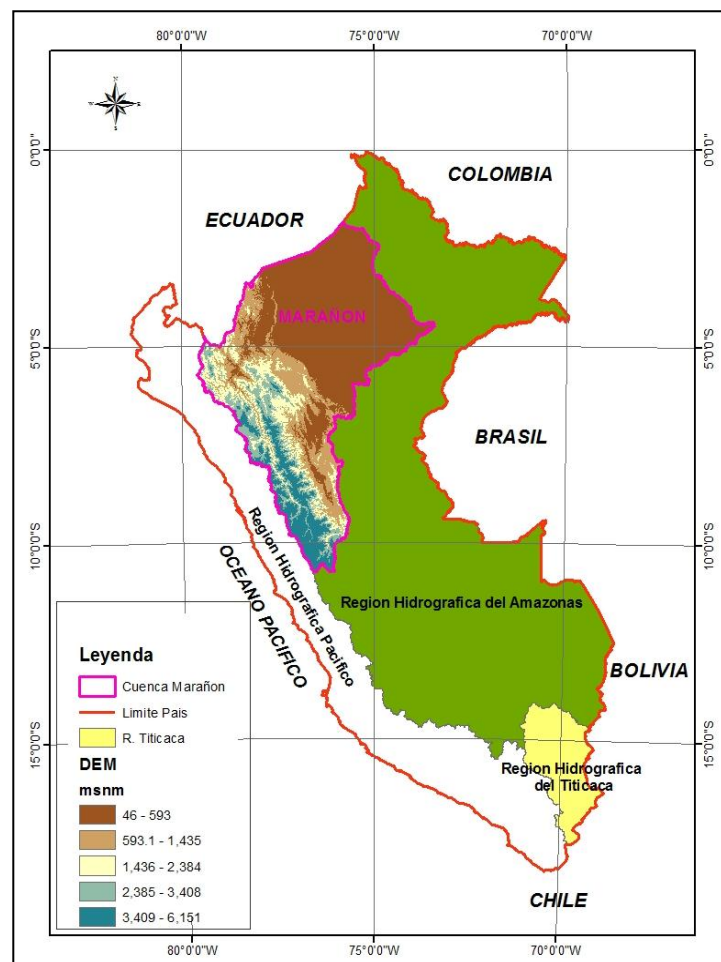
Políticamente, la cuenca del Marañón, se ubica en un espacio que comprende a 10 regiones o departamentos del territorio nacional (Loreto, San Martín, Amazonas, Cajamarca, Piura, Lambayeque, La Libertad, Ancash, Huánuco y Pasco). Este espacio alberga una gran cantidad de población, aproximadamente el 13.71% de la población nacional (según censo 2007) y comprende poblaciones andinas, comunidades campesinas, comunidades nativas amazónicas, poblaciones ribereñas, zonas urbanas andinas y amazónicas, entre otros.

Geográficamente, los puntos extremos en los que se emplaza la cuenca del río Marañón se hallan comprendidos entre los (**Figura 3.2**):

Latitud Sur	:	1.416° y 10.74°
Longitud Oeste	:	73.50° y 79.618°
Altitudinal	:	46 a 6151 msnm.

El río Marañón es el mayor tributario del río Amazonas en territorio peruano. En su origen se llama río Gayco, y origina en el nevado de Yarupa (5800 msnm), al sureste del departamento de Huánuco, vierte sus aguas en la laguna de Santa Ana y Lauricocha, de donde ya sale con el nombre de río Marañón; siguiendo un recorrido de sur a norte

atravesando las provincias de Dos de Mayo y Huamalíes en Huánuco. En Ancash comienza a encañonarse, alcanzando profundidades impresionantes, hasta formar uno de los grandes cañones fluviales de nuestro territorio: el cañón del Marañón. Luego forma la región de pongos: Rentema y Manseriche. Después del Pongo de Manseriche se denomina Bajo Marañón y empieza su curso inferior. En su cuenca inferior, se ensancha en un corto recorrido que se inicia en la desembocadura del río Huancabamba y forma un valle amplio que cruza la provincia de Jaén, en el departamento de Cajamarca, y las de Utcubamba y Bagua, en el departamento de



**Figura 3.2.** Cuenca del río Marañón

Fuente: Atlas hidrológico cuenca del río Marañón–SENAMHI

Amazonas, hasta la desembocadura del Chinchipe, el lecho del Marañón es meándrico y navegable, y discurriendo con una dirección O-E, hasta confluir con el río Ucayali (próximo al poblado de Nauta – Loreto) para dar origen al río Amazonas.

La **Figura 3.2**, se muestra el área de estudio, cuenca del río Marañón, la cual está emplazada hacia su desembocadura desde 46 msnm, hasta su divisoria de cuencas límite con la región hidrográfica del Pacífico de 6151 msnm.

## **A) Geología**

En cuanto a los aspectos geológicos se cita la caracterización realizada por INGEMMET, a través del Mapa Geológico del Perú a escala 1:1000000, corrigiendo y actualizando la primera versión editada el año 1975, (que muestra los avances de la carta geológica nacional entre 1960 y 1974), y lo digital, publicada en 1995, que fue preparada en base a la información de los mapas geológicos de los cuadrángulos cartografiados hasta 1994. Esta nueva versión 1999, integra además el cartografiado geológico de los cuadrángulos efectuados entre los años 1995 y 1999 en que concluye la primera edición de la Carta Geológica Nacional a escala 1:100 000. En este mapa se puede visualizar la geología regional en forma simplificada y donde se destacan principalmente las unidades cronoestratigrafías y los rasgos estructurales, complementada con la ocurrencia geológica de los yacimientos minerales y de otros recursos minero energético.

Desde el punto de vista geográfico y morfoestructural, la cordillera de los Andes ha sido modelada por la erosión de grandes ríos, formando las cadenas montañosas separadas por valles longitudinales, individualmente denominadas cordillera de la Costa, Costa, Cordillera Occidental y Cordillera Oriental, Faja Subandina y Llanura Amazónica. Se describirá las unidades morfo estructural del cual está comprendida la cuenca del río Marañón, área en estudio.

- a) Valle Interandinos, son valles profundos, representados por los ríos Marañón, Mantaro, Apurímac y Vilcanota, que siguen un curso de SE a NO entre las cordilleras Occidental y Oriental, y van a desaguar en la Amazonía. Estos valles están controlados por fallas longitudinales que involucran al basamento cristalino proterozoico.
- b) Cordillera Oriental, presenta una topografía abrupta hacia el este, donde los valles exhiben flancos escarpados y estrechos, y los cauces descienden con fuertes pendiente y bruscas caídas hacia los grandes ríos de la Llanura Amazónica. Las rocas son mayormente pelitas paleozoicas con un epi-metamorfismo regional, habiendo sido intruidas por plutones cuya edad



llega hasta el Permo-Triasico, los que han originado una aureola de metamorfismo termal.

- c) Faja Subandina, se ubica entre la cordillera Oriental y la Llanura Amazónica, a manera de una estrecha cadena de cerros y colinas; cuyas elevaciones van de 400 msnm a 1000 msnm, constituyendo las estribaciones orientales de los Andes. Los afloramientos rocosos son mayormente de sedimentos cretaceos y capas rojas cenozoicas, las cuales han sido afectadas por sobreescurremientos de grandes magnitudes entre el Mioceno y el Pleistoceno.
- d) Llanura Amazónica, de clima cálido y húmedo, conforma una extensa planicie de amplio desarrollo, cubierta por una exuberante y densa vegetación selvática y surcada por grandes ríos de aspecto meandriforme. La Llanura se caracteriza por estar formada de una cobertura con sedimentos aluviales cuaternarios, extendidos a manera de una extensa sabana, que cubre a las capas rojas suavemente plegadas y falladas, caracterizando el estilo estructural de bloques compresivos.

Tectonicamente, el territorio peruano ocupa parte de la Plataforma Sudamericana que representa el substrato mas antiguo en el oriente peruano, cuyo basamento se consolido ente el Proterozoico terminal y Cambriano con desarrollo de secuencias que forman parte de la Cadena Hercinica metasedimentaria a partir del Ordoviciano y tambien parte de la Cadena Andina con evolucion de tectonica superpuesta que ha ocasionado pleagamientos de las rocas post paleozoicas, acompañada de importantes eventos plutónicos y volcánicos. Los elementos Tectono – Estatrigráficos emplazados en la cuenca del Marañón son:

- a) Relictos Cratonicos. Substratum Proterozoico de la Cordillera Oriental, en la región de Huánuco afloran esquistos y gneises cubiertos en discordancia angular por pizarras ordovicianas que contienen graptolites de edad del Llanvirmano inferior. Esta relación fue descrita por Dalmayrac, G. 1973 Como la discordancia de Huacar; asignándole una edad neoproterozoica a estas rocas sobre la base de la asociación de facies mineralógicas producidas por metamorfismo regional que progradan de esquistos verdes o anfibiolitas.

En la región de Tarma Huaytapallana, Megard F. 1978, describe rocas preordovicianas de posible edad neoproterozoica, constiuidas por paragneises, micacitas, filitas y pizarras asociadas con pequeños cuerpos de gabros yperiodititas. La falta de dataciones geocronometricas para estas rocas no permite asignarles en forma precisa su verdadero rango cronoestratigráfico.



- b) Faja orogénica Andina. Empieza en el golfo de Penas (Chile), sigue por la inflexión de Santa Cruz (Bolivia) recorriendo mas de 3350 km con rumbo norte-sur, lugar donde los Andes se inflexionan tomando un rumbo de  $45^{\circ}$  NO por unos 850 km hasta la inflexión de Abancay donde toma un rumbo EO y luego siguen con el tramo andino de 1000 km de longitud, el mismos que conitnua hasta la inflexión de Huancabamba con rumbo  $N25^{\circ}O$ , para luego cambiar a la dirección NNE-SSO propio de los Andes colombo – venezolanos. El registro geológico que presenta los Andes Peruanos muestra variación en estado transversal con respecto a su eje, tanto en antigüedad de las rocas como en cambio de litfacies y migración de los eventos magmáticos. Las mayores complicaciones tectónicas de la Cordillera de los Andes peruano se observan en la inflexión de Cajamarca y en la Sierra central; donde una sucesión de fallas inversas, que montan de oeste a este, han acortado la cobertura mesozoica como producto de la superposición de las fases de orogenia compresiva.

Cordillera oriental, los mayores afloramientos estan representados por rocas paleozoicas e intrusivo permo triasicos y se encuentran deformados por una tectónica de nivel estructural inferior que ha producido esquistosidad y fracturamiento intenso. En su conjunto, la cordillera oriental es una faja orogénica afectada por fallas longitudinales subverticales inversas que en muchos casos involucran al basamento metamórfico.

- c) Cadena subandina, sus dominios se extienden desde el pie hasta el borde occidental de la Llanura Amazónica y sus prolongaciones por el sur corresponden al subandino boliviano desde Santa Cruz, por el norte se extiende a territorio ecuatoriano paralelamente a la cordillera del Cóndor. El relleno sedimentario del subandino peruano esta conformado mayormente por rocas mesozoicas marino continentales, cubiertas por sedimentos cenozocias formadas en ambientes continentales.
- d) Cuencas Pericratónicas, conforman en su parte, una extensa faja depositacional que culmina en una llanura o semiplanicie que se ubica entre los contrafuertes del Orógeno Andino (Faja Subandina) y el basamento proterozoico (Bonaparte J.F., et al 1988). Las cuencas pericratonicas del oriente peruano, que se extienden desde la región de Andoas- Iquitos hasta el Acre, presentan en sección transversal de este a oeste, el estilo estructural de antepais de bloques compresivos con áreas negativas, submóviles y subdeformadas que pasan gradualmetne a una zona altamente tectonizada. La inclinación del basamento con pendiente hacia el oeste permitio una gruesa y extensa acumulación de rocas meso cenozoicas, en su mayor parte marino continentales que se biselan o acuñan sobre el flanco de los cratones Guyano y Brasileño Central. La información proporcিনada por los registros de perforación y sísmico realizada

por compañías petroleras señalan que las rocas cretáceas y cenozoicas cubren discordinamente a los terrenos submetamorfizados de edad paleozoica, reportándose al borde del alto de Iquitos una composición netamente clásticas para toda la columna de las rocas cretáceas.

## B) Climáticos

En base, al mapa de clasificación climática del Perú elaborado por el SENAMHI (1988) desarrollado según el método de Thornthwaite. La cuenca del Marañón presenta las siguientes características climáticas (Mapa Cli).

- ✓ **A(r)A'H4:** Zona de clima cálido muy lluvioso, con precipitaciones abundantes en todas las estaciones del año, con humedad relativa calificada como muy húmeda.

Corresponde este tipo climático a los lugares siguientes: Tocache, Uchiza, Tulumayo y Tingo María.

- ✓ **A(r)B'2H3:** Zona de clima templado muy lluvioso, con precipitaciones abundantes en todas las estaciones del año, con humedad relativa calificada como húmeda.

Corresponde este tipo climático a los lugares siguientes: Tocaz, Umamarca, San Miguel.

- ✓ **B(i)A'H3 :** Zona de clima cálido, lluvioso, con lluvia deficiente en invierno, con humedad relativa calificada como húmeda.

Corresponde este tipo climático a los lugares siguientes: Contamáná, Juanjuí, Pachiza, Tournavista, Pucallpa.

- ✓ **B(i)B'1H3:** Zona de clima semicálido, lluvioso, con deficiencia de lluvia en invierno, con humedad relativa calificada como húmeda.

Corresponde este tipo climático a los lugares siguientes: Chachapoyas, Rodríguez de Mendoza, Rioja y Roque.

- ✓ **B(i)B'2H3:** Zona de clima templado, lluvioso, con deficiencia de lluvia en invierno, con humedad relativa calificada como húmeda.

Corresponde este tipo climático a los lugares siguientes: San Antonio (Chontolí), Cutervo, San José de Lourdes (San Ignacio).

- ✓ **B(o,i)C'H3:** Zona de clima frío, lluvioso, con deficiencia de lluvias en otoño e invierno, con humedad relativa calificada como húmeda.

Corresponde este tipo climático a los lugares siguientes: Huallanca, Panao, Tarma, La Oroya, Pampas, Paucarbamba, Huancavelica, La Quinua, Yauri, Jauja, Concepción y Huancayo.

- ✓ **B(r)A'H3:** Zona de clima cálido, lluvioso con precipitaciones abundantes en todas las estaciones del año, con humedad relativa calificada como húmeda.

Corresponde este tipo climático a los lugares siguientes: San Ramón (Junín), Puerto Ocopa, Satipo, Iñapari, Quillabamba, Iberia.

- ✓ **B(r)A'H4:** Zona de clima cálido, lluvioso, con precipitaciones abundantes en todas las estaciones del año, con humedad relativa calificada como muy húmeda.

Corresponde este tipo climático a los lugares siguientes: Yurimaguas, San Ramón (San Martín), Moyobamba, Lamas, San Jorge y zona ubicada entre los ríos Marañón y Huallaga, entre Borja y Yurimaguas.

- ✓ **B(r)B'1H4:** Zona de clima semicálido, lluvioso, precipitación abundante en todas las estaciones del año, con humedad relativa calificada como muy húmeda.

Corresponde este tipo climático a los lugares siguientes: Oxapampa, Acobamba (Cuzco), Llaylla (R.Mazamari) y Santa Teresa (Cuzco).

- ✓ **C(o,i,p)A'H3:** Zona semiseca, cálida, con deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa calificada como húmeda.

Corresponde este tipo climático a los lugares siguientes: San Ignacio, Jaén, Chontalí, Bagua, Río Marañón, Tarapoto, Río Huallaga, Río Biabo.

Las características generales del clima de la Amazonía son propias de un clima tropical con altas temperaturas, constante humedad atmosférica y abundantes precipitaciones concentradas durante el verano, existe zonas de la Amazonía peruana cuyas precipitaciones no sobrepasan los 500 mm anuales, como Jaen, en el departamento de Cajamarca, mientras que en casi todo el resto de la Amazonía nacional las precipitaciones mínimas suelen estar siempre por encima de los 1000 mm. El factor más influyente en la temperatura es la altitud, influenciando en los ecosistemas naturales cuya clasificación climática la podemos especificar de la manera siguiente:

Clima de ceja de selva se da entre 1000 y 3900 msnm; la nubosidad es constante y persiste en forma casi continua a lo largo del año, lo que ocasiona grandes

dificultades para obtener fotografías aéreas e imágenes de satélite. La humedad atmosférica es elevada, las temperaturas diurnas son tropicales y las noches son frescas. La cuenca del Huallaga, los valles del Urubamba, Cenepa, Apurímac y Selva Central.

Clima tropical de selva alta entre 400 y 1000 msnm, los días son calurosos y las noches frescas, como sucede en la ciudad de Tingo María, a orillas del río Huallaga

Clima tropical de selva baja entre 70 y 400 msnm. Alta humedad atmosférica durante todo el año y abundantes precipitaciones concentradas durante la estación de verano. En esta región climática se han registrado temperatura más alta del territorio nacional de 42°C, en la ciudad de Pucallpa.

### **C) Hidrografía**

El río Amazonas tiene su origen en el sistema orográfico de los Andes, así tenemos que a partir del nudo de Pasco hacia el norte, los Andes se dividen en tres ramales:

- ✓ La Cordillera Occidental que sirve de divortium aquarum de las aguas que derivan hacia el Océano Pacífico;
- ✓ La Cordillera Central que divide las aguas que van al Apurímac de las que fluyen al Urubamba; y
- ✓ La cordillera Oriental que separa la región interandina de la selva sur, a la vez separa las aguas que vierten hacia la cuenca del Madre de Dios de las que van al Urubamba

La red de drenaje que alberga esta gran cuenca hidrográfica está conformado por:

- ✓ Ríos principales: Amazonas, Marañón, Ucayali, Napo, Putumayo, Huallaga y Yavari.
- ✓ Ríos secundarios: Santiago, Samiria, Morona, Pastaza, Tigre, Corrientes, Pachitea, Curaray, Aguarico, Nanay, Tambo, Urubamba, Alto Yurua y Alto Purus.

Las características de la red fluvial de los ríos Amazónicos se pueden dividir en dos grupos:

- a) Aquellos de cauce ancho, explayados, aguas turbias y barrosas, fuerte correntada, con presencia de innumerables islas y amplios meandros; con un lecho constituido mayormente por fango, limo y arena, con pendiente hidráulica pequeña. Estos ríos presentan una característica particular

debido a la dinámica fluvial, ya que su lecho es fácilmente erosionable cuando la velocidad de las aguas se incrementan en las crecientes, variando en ciertos tramos la ubicación y configuración del canal de navegación entre una y otra temporadas. Dentro de los ríos de cauce ancho y de características ya señaladas podemos mencionar los siguientes: Amazonas, Putumayo, Napo, Marañón, Huallaga y Ucayali, que son los principales ríos navegables de la Amazonia

- b) El segundo grupo lo conforman los ríos de cauce estrecho, de curso generalmente sinuoso, con poca presencia de islas, vueltas forzadas y numerosos meandros. Sus lechos están constituidos por materiales de mayor tamaño, arena, cascajo y piedras. Dentro de los ríos de cauce estrecho y de características ya señaladas podemos mencionar los siguientes: Yavari, Nanay, Itaya, Morona, Corrientes Tigre, Pachitea y Aguaytía.

ANA, 2008 desarrollo la Delimitación y codificación de cuencas Hidrográficas, aplicando el sistema internación Pfafstetter y tecnología SIG, basado en ello ubica a la cuenca Amazónica Peruana en la Región Hidrográfica 4, la cual está comprendida por dos unidades hidrográficas 46 y 49.

La unidad hidrográfica 46 o cuenca hidrográfica del río Madeira registra una superficie total de 1 417 029.9 km<sup>2</sup> del cual 109 440.2 km<sup>2</sup> se extiende en territorio peruano y la unidad hidrográfica 49 abarca una superficie total de 2240156.52 km<sup>2</sup> del cual es 848 382.4 km<sup>2</sup> se ubica en territorio peruano. La **Figura 3.1** muestra las unidades hidrográficas comprendidas en la gran cuenca Amazónica, del cual el territorio peruano abarca parcialmente a las unidades 46 y 49.

La unidad hidrográfica 49, está conformado por cinco unidades que se encuentra total o parcialmente en territorio peruano y son:

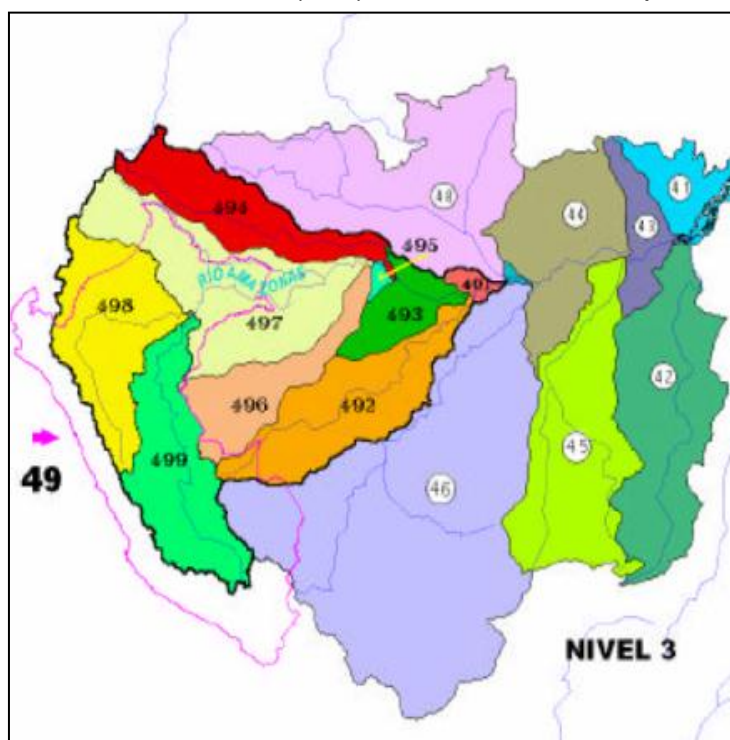
- ✓ Intercadencia Hidrográfica Amazonas (497) abarca una superficie total de 517 267.4 km<sup>2</sup>, en territorio peruano abarca 169188 km<sup>2</sup> (32%). Es una unidad que abarca parte de los territorios de Brasil, Colombia, Ecuador y Perú.
- ✓ Río Marañón (498), es transfronterizo entre Ecuador y Perú abarca una superficie total de 347 525 km<sup>2</sup> y en territorio peruano comprende 297 038 km<sup>2</sup>.
- ✓ Río Ucayali (499), se encuentra íntegramente en territorio peruano y abarca una superficie de 348 423.4 km<sup>2</sup>. Esta cuenca cobra mucha importancia, pues es la cabecera de la gran cuenca del río Amazonas. En sus nacientes tiene a la unidad hidrográfica 4999 (cuenca del Alto Apurímac), y tiene como punto de inicio el Nevado Mismi sobre los 5300 msnm.

Y cuencas que nacen en Perú pero gran parte de su extensión se emplaza en Brasil como:

- ✓ Cuenca del río Purus (492) abarca una superficie total de 360250.5 km<sup>2</sup> y de ello en territorio peruano comprende 22174.9 km<sup>2</sup> (6%).
- ✓ Cuenca del Yurui (496) comprende una superficie total de 217285.67 km<sup>2</sup>, de estos en territorio peruano comprende 11557.6 km<sup>2</sup> (5%). Es una unidad transfronteriza entre Perú y Brasil.

La Unidad 46 o cuenca hidrográfica del río Nadería (46) está compuesto por 9 unidades. La cuenca transfronteriza es el río Beni (466), es decir esta compartida por Perú y Bolivia tiene una superficie total de 282315.92 km<sup>2</sup> y en territorio peruano tiene una superficie de 09 440.2 km<sup>2</sup> (39%). Cabe mencionar que las partes altas de la unidad 466 están formadas por los ríos Orthon (4662) y Madre de Dios (4664).

La **Figura 3.3**, muestra la subdivisión de la unidad hidrográficas 49 y la unidad hidrográfica 46. Cabe resaltar que la cuenca del río Marañón, área de estudio está identificada con la codificación 498.



**Figura 3.3.** Unidades hidrográficas a nivel de América del sur

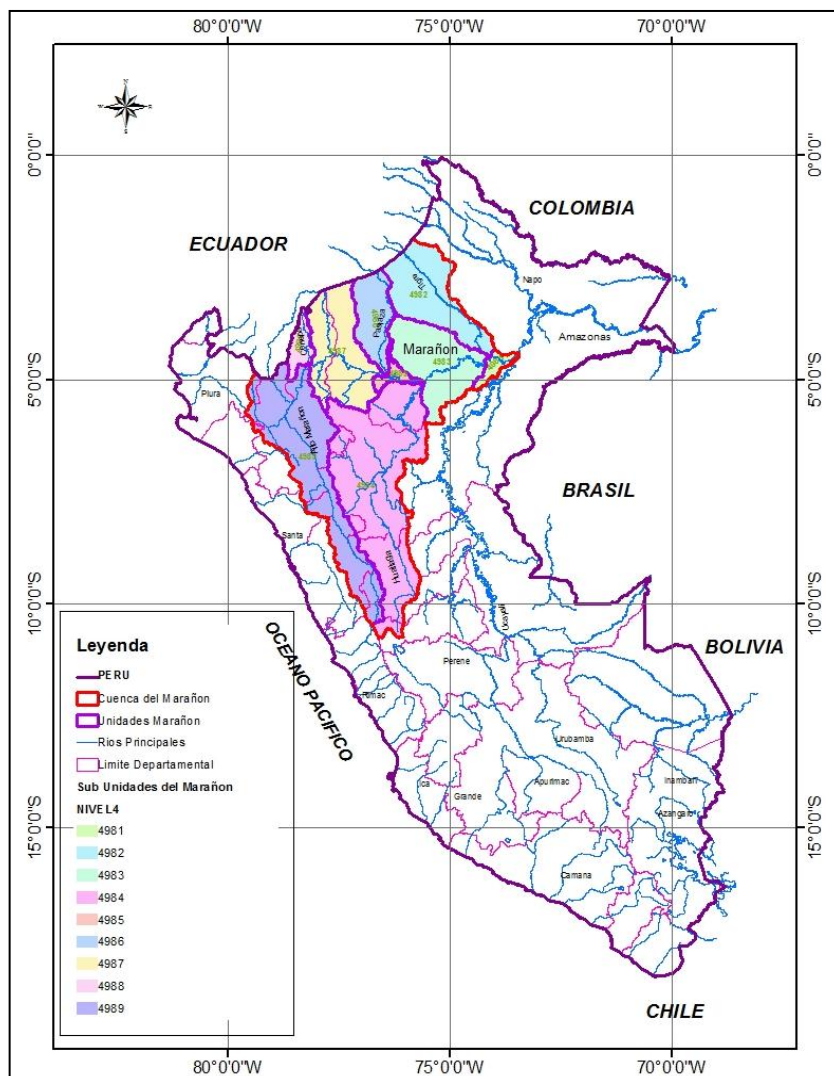
Fuente: ANA 2008.

### 3.2 DESCRIPCIÓN DEL RÍO MARAÑÓN

Es el mayor tributario del río Amazonas en territorio peruano. El río Marañón tiene su origen al Noroeste del Nudo de Pasco, en el flanco septentrional del Nevado de Raura, en la Cordillera de Huayhuash, a más de 5,800 m de altitud recibe en sus orígenes los desagües de las lagunas Niñococha, Santa Ana y Lauricocha, en Huánuco, además de los deshielos del Nevado Matador. De la Laguna Lauricocha sale con el nombre del río Marañón que conserva hasta su desembocadura en el Amazonas, en el departamento de Loreto. La superficie total que abarca es de 347525 km<sup>2</sup>. En territorio peruano es de 297038 km<sup>2</sup>. Tiene una longitud aproximada de 1800 km.



La cuenca del río Marañón está dividida en 9 unidades hidrográficas de nivel 4°. La **Figura 3.4**, muestra la distribución espacial de las nueve grandes unidades comprendidas en la cuenca del río Marañón (unidad hidrográfica 498) cabe mencionar que cuatro unidades son transfronterizas (4989, 4987, 1986 y 4982).



**Figura 3.4.** Cuenca hidrográfica del río Marañón (UH 498).

Fuente: Elaboración propia

En la cuenca del río Marañón, se distinguen dos partes: Alto Marañón y Bajo Marañón.

### 3.2.1 El Alto Marañón

Parte del río que comprendida entre su nacimiento, en el Nevado de Raura, y el Pongo de Manseriche. Este río se caracteriza por presentar un cauce estrecho y profundo, con un declive muy acentuado, y un caudal turbulento, especialmente en época de creciente. El Alto Marañón tiene un curso orientado de Sudeste a Noroeste, entre las Cadenas Occidental y Central de los Andes del Norte, hasta el

pongo de Rentema. Al cruzar este pongo, su curso discurre entre las Cadenas Central y Oriental de los Andes del Norte, en dirección Noreste, hasta el Pongo de Manseriche.

El Alto Marañón es bastante torrentoso, con lecho de arena y piedras y gran número de saltos y pongos que forma el río en su recorrido, lo que hace que el punto máximo de navegabilidad aguas arriba del pongo de Manseriche se efectuó solo hasta la boca del río Chiriaco.

A lo largo de este curso podemos encontrar numerosos pongos y cañones que dificultan la navegación.

- ✓ El Pongo de Manseriche es el más importante de todos cuanto existen en el curso del Alto Marañón. Este pongo tiene una longitud aproximada de 12 km, de los cuales 4,500 m corresponden a la parte más estrecha, allí es donde el cauce se reduce a 60 u 80 m y está limitado por paredes casi verticales. Las aguas del río se tornan turbulentas, al chocar contra las paredes laterales de su cauce, formando remolinos peligrosos y corrientadas que dificultan la navegación. En esta zona se encuentran los malos pasos de Huaccanqui, Sajino y Anahuaccanque
- ✓ Pongo Escurrebragas, está ubicado en las cercanías de la desembocadura del río Cenepa, está formado por una pared curva en una banda y recta en la otra completando ambas un círculo.
- ✓ Pongo Huaracayo, se ubica inmediatamente después de la desembocadura del río Cenepa, está formado por dos paredes paralelas de cordilleras cortadas a pico, con 2 millas de extensión y fuertes remolinos en los extremos. El río alcanza en esta zona un ancho aproximado de 55 m.

El río Alto Marañón tiene un lecho arenoso y pedregoso; asimismo, presenta riberas altas y bajas, algunas inundables. Los principales afluentes del Alto Marañón son:

#### ➤ **Afluentes del Alto Marañón por su margen derecho**

- ✓ **Río Imaza** o Chiriaco, se origina en las alturas del departamento de Amazonas, en la provincia de Bagua; es navegable por embarcaciones menores con motores fuera de borda en época de creciente y en época de vaciante se navega en canoas. Este río forma un valle interandino, donde se emplaza la Villa de Jumbilla y desagua en el Marañón a la altura de la localidad de Nazareth.
- ✓ **Quebrada Piasa**, es una pequeña quebrada que se origina de lagunas, es navegable por botes y canoas en época de creciente.



- ✓ **Río Nieva**, nace en las alturas del departamento de Amazonas, en la provincia de Bagua, de un pequeño ramal de la cordillera Oriental, anterior a la que forma el pongo de Manseriche, siendo sus principales tributarios los ríos Ampuja o Cristalino y Chiango por la margen izquierda; por la margen derecha tiene numerosas quebradas como Kengueza, Uchichiangos, Gamitamitza y Achiaga. Tiene su desembocadura en el río Alto Marañón en el centro poblado Santa María de Nieva.

El río Nieva en su origen es tortuoso, con escaso caudal de agua y fuerte corriente, este caudal va aumentando paulatinamente a través de las quebradas que por ambos márgenes le van entregando; su corriente disminuye el río se desliza suavemente aumentando su profundidad con un promedio de 31.8 m. Es navegable por embarcaciones pequeñas con motores fuera de borda en época de creciente. La mayor parte de los habitantes a lo largo de este río pertenecen a diversas comunidades nativas (Ashaninkas, boras, chamas y campas).

- ✓ **Río Utcubamba**, nace en los cerros de Ulilla, al sureste de la ciudad de Leimebamba, desemboca en el Marañón cerca del inicio del pongo de Retema, tras recorrer unos 250 km. Su valle está urbanizado allí se encuentran las ciudades de Chachapoyas, Lamud, Bagua Grande y Bagua Chica.

#### ➤ **Afluentes del Alto Marañón por su margen izquierda**

- ✓ **Río Chamaya**, se origina en los Andes de Piura, en laguna de Shimbre, con el nombre de Huancabamba. Se llama Chamaya después de recibir las aguas del río Chotano. Desemboca al Marañón cerca al puente Corral Quemado, forma un importante valle agrícola con cultivos de arroz, cacao y frutales.
- ✓ **Río Chinchipe**, tiene orígenes en territorio ecuatoriano, se convierte en río limítrofe después de confluir con el río Canchis, luego de recibir las aguas del río San Francisco, el Chinchipe ingresa a territorio peruano, cursa las provincias Cajamarquinas de San Ignacio y Jaen y desemboca en el Marañón al inicio del pongo de Retema. Sus principales afluentes son el río Chirinos y Tabaconas; siendo el primero navegable en canoas y pequeñas balsas.
- ✓ **Río Cenepa**, Este río tiene su origen en el flanco oriental de la Cordillera del Cóndor, cuya cumbre sirve como límite natural entre Perú y Ecuador y recorre de Norte a Sur. El río Cenepa se forma de la confluencia de numerosas quebradas que bajan de la cordillera del

Cóndor. La navegación se puede realizar a partir de la boca del río Comaina, donde está ubicada la Guarnición militar Chávez Valdivia.

El río Cenepa está ubicado en el departamento de Amazonas, provincia de Bagua; es uno de los grandes afluentes del Alto Marañón por la margen izquierda, cuya desembocadura se ubica antes del pongo de Huaracayo, su ancho varía de 50 a 100 m. Tiene una longitud aproximada de 220 km y su curso tiene una dirección de norte a sur. Afluentes importantes, por su margen derecha tiene al río Comaina, Quebrada Mamayake y Quebrada Umakai y por su margen izquierda, no tiene quebradas ni ríos de importancia por esta margen.

- ✓ El **Río Santiago**, Este río tiene su origen en el Ecuador, en donde toma el nombre de río Zamora. El río Santiago es peruano desde la boca del río Yaupi, desaguando aguas arriba del Pongo de Manseriche, en el río Marañón.

Este río, se forma de la confluencia de los ríos Zamora y Upano, que nacen en la cordillera de los Andes en la República de Ecuador. Es río peruano desde la confluencia del río Yaupi, que es afluente por la margen izquierda y su curso tiene una dirección de norte a sur; es el principal afluente por la margen izquierda del río Alto Marañón desembocando cerca del pongo de Manseriche.

Su longitud aproximada es de 260 km en territorio peruano; en su formación el río tiene un ancho de 35 m y su desembocadura alcanza los 300 m. Las corrientes son fuertes especialmente en los tramos angostos y rocosos. Afluentes importantes:

- ❖ Por su margen derecha:
  - Río Ampama, su nacimiento se origina en la Cordillera del Cóndor y es navegable por embarcaciones con motores fuera de borda en época de creciente.
  - Río Chinganaza, nace en la Cordillera del Cóndor, su ancho promedio es de 35 m; es correntoso, de fondo pedregoso y difícil de cruzarlo en época de creciente.
  - Río Ayambis, nace en la Cordillera del Cóndor y es el principal afluente del río Santiago; es pedregoso y siendo torrentoso transporta bastante volumen de agua, por lo que es difícil cruzarlo en época de creciente.
  - Río Yutúpis, Se origina de pequeñas quebradas, tiene un ancho promedio de 30 m y es navegable por motores fuera de borda en toda la extensión en época de creciente.
  - Quebrada Putushin.

- ❖ Por la margen izquierda:
  - Quebradas Quim, Quebrada Carachama, Quebrada Cutupaza, Quebrada Cutapaza, Quebrada Paquix, Quebrada Chapisa, Quebrada Yuseto, Quebrada Manchus, Quebrada Napinza, Quebrada Agua Azul Grande, Quebrada Azul Pequeño, Quebrada Muentiks, Quebrada Pupunal Grande, Quebrada Grande, Quebrada Unanga y otros.

### 3.2.2 El Bajo Marañón

Recibe el nombre de Bajo Marañón la parte del río la cual está comprendida entre el Pongo de Manseriche y el punto de su confluencia con el río Ucayali, para formar el Amazonas. El Bajo Marañón tiene un curso orientado de Oeste a Este, a través de la Llanura Amazónica, presentando un cauce meándrico, carente de rocas y cubierto de arena. Durante la época de creciente, la cual se inicia en Noviembre, inunda extensas áreas de la Selva Baja, abandona con frecuencia su antiguo cauce, abriendo otro nuevo. Los cauces abandonados forman las cochas o tipishcas, que por la forma que presentan, reciben el nombre de lagos en la herradura. Tiene abundante caudal, lo que garantiza la navegación en el transcurso del año. El Bajo Marañón cuenta con una abundante fauna fluvial. En la margen izquierda de este río se encuentran las ciudades de nauta, capital de la provincia de Loreto y Borja, los más importantes de esta margen.

Los principales afluentes en el Bajo Marañón son:

#### ➤ **Afluentes del Bajo Marañón por su margen derecha:**

- ✓ **Quebrada Saramiriza**, nace de pequeñas quebradas y es navegable por embarcaciones pequeñas en época de creciente. Del centro poblado Saramiriza nace la carretera a Olmos y a puerto Bayovar en el departamento de Piura, en la costa del país juntamente con el Oleoducto Nor Peruano.
- ✓ **Río Apaga**, su nacimiento se origina en la confluencia de los ríos Yurac Apaga y Yana Apaga, desemboca en el río Marañón 8045m aguas debajo de puerto Limón. Este río es estrecho con vueltas forzadas, Quirumas y palos; es navegable por motores fuera de borda y su recorrido se realiza en 15 días por canoas.
- ✓ **Quebrada Yanayacu**, pequeña quebrada navegable por canoas en época de creciente, se encuentra ubicada en la cuadra de Saramuro.
- ✓ **Río Potro**, nace de quebradas y presenta en su desembocadura un ancho aproximado de 60 m, sus primeras vertientes se encuentran en la falda oriental de los cerros que rompe el río Marañón. Es navegable por

embarcaciones de hasta 1.2 m de calado todo el año hasta Aichiyacu (17 km), mientras que el tramo restante en época de vaciante se puede navegar con botes motor y canoas surcándolo hasta en 10 días. En sus alrededores se realiza las extracciones de jebe fino, caucho y cuenta con minas de oro y carbón.

- ✓ **Río Cahuapanas**, tiene sus nacientes en las vertientes de los cerros Pucayacu, sector oriental del ramal de la cordillera que rompe el río Marañón formando el pongo de Manseriche. Este río tiene un ancho aproximado de 60 m en la boca y es navegable por embarcaciones menores.
- ✓ **Río Samiria**, nace de aguajales, quebradas y lagos adyacentes a su cabecera, es navegable por embarcaciones de hasta 1.2 m de calado. Este río es zona reservada por su riqueza en flora y fauna.
- ✓ **Río Huallaga**, es uno de los grandes ríos del sistema hidrográfico del Amazonas en territorio peruano, forma parte de la cuenca del río Marañón, presenta una área de drenaje de 70 000 km<sup>2</sup> hasta la estación Chazuta. El río Huallaga es el principal afluente del río Marañón por su margen derecha, tiene sus nacientes en el departamento de Pasco, al sur de la cordillera de Raura, en la laguna Huascacocha a 4710 msnm, con una longitud aproximada de 1389 km. Sus aguas desembocan en el Marañón, atraviesan los departamentos de Pasco, Huánuco, San Martín y Loreto, tomando una dirección general hacia el norte de sus nacientes hasta el poblado de Juanjui, a partir de este punto hasta el poblado de Navarro toma una dirección Nor Este, luego hacia el Nor oeste hasta la ciudad de Yurimaguas y a partir de este lugar toma una dirección Nor este hasta su desembocadura en el río Marañón. En la zona que corresponde a los departamentos de Huánuco y San Martín es navegable por deslizadores y balsas.

Este río es parte del sistema fluvial amazónico pero las condiciones de navegabilidad presenta restricciones por las limitaciones de profundidad de las aguas del río, variaciones de su cauce, el régimen de niveles de sus aguas, presencia de bancos de arena (malos pasos), canales de navegación estrechos y meandros, presencia de palizadas, fuertes correntadas en algunos tramos, características muy peculiares que limitan el desarrollo del transporte fluvial.

Los principales afluentes del río Huallaga son:

- ❖ Por su margen derecha:

- Río Aucayacu, desemboca en la población del mismo nombre, la ocupación de su valle se inicio con la construcción de la carretera Marginal.
  - Río Biavo, recorre paralelo al Huallaga, hace un recorrido de 200 km en el departamento de San Martín, forma en su curso superior un valle estrecho con laderas de pendientes pronunciadas, en su curso medio y bajo, su valle se amplía y el lecho forma meandros, cuando cruza la llanura aluvial que forma en su desembocadura.
  - Río Tulumayo, desemboca en el Huallaga al norte de Tingo María (Dpto. Huánuco). En su valle medio y superior se cultivan te, café y coca; en su curso bajo, plátano, yuca, papaya y cítricos.
  - Río Chipurana
  - Río Uchiza, En sus orillas esta el centro urbano Nuevo Progreso, en el límite entre los departamentos de San Martín y Huánuco. Sus aguas son salobres porque en su curso existen minas de sal erosionadas por las aguas.
  - Quebrada Shunchshuyacu, Quebrada Mondongo, Quebrada Santa María, Quebrada Curiyacu, Quebrada Pumayacu, Quebrada Shishinahua, Quebrada Santa Elena, Quebrada Armanayacu, Quebrada Yanayacu, Quebrada Pampa Hermosa, Quebrada Arahuante, Quebrada Lagunas y otros.
- ❖ Por su margen izquierda:
- Río Monzón, Tiene sus orígenes en la Huamalies (Huánuco), sus principales afluentes son los río Patay Rondos, Sobreviela y Camote. El río Monzón vierte sus aguas al Huallaga en la ciudad de Tingo María, y es navegable en pequeñas embarcaciones desde la ciudad de Monzón.
  - Río Chontayacu, sus nacientes están cerca a las aguas del Raura. El principal cultivo del valle es la coca, desemboca al sur del centro poblado Puerto Huicte.
  - Río Tocache, desemboca al norte de la ciudad del mismo nombre.
  - Río Huayabamba, importante afluente en su curso medio, se origina en los Andes orientales (Amazonas) con el nombre de río Huambo, por su curso por el departamento de San Martín recibe las aguas del río Jelache y se denomina Huayabamba hasta su desembocadura en la ciudad de Juanjui.
  - Río Sisa, forma uno de los valles más extensos y productivos de la cuenca media del Huallaga, y tiene sus nacientes en la ceja de selva, al sur del Moyobamba (San Martín)

- Río Mayo, sus nacientes se ubican en el límite de los departamentos de Amazonas y San Martín, al norte de la provincia de Bongara.  
En San Martín, su curso superior, forma un importante valle agrario que se denomina Alto Mayo, con área cultivada de café, arroz y frutal. Tiene una longitud aproximada de 230 km y en su curso se emplazan las ciudades de Rioja, Moyobamba y Tarapoto.
- Río Cainarache, Río Saposoa, Río Shanusi y Río Paranapura
- Qda. Achinamiza, Qda. Sanango, Qda. Zapote. Qda Chullachaqui, Qda Pucate, Qda Bello Horizonte, Qda Tamarate
- Río Aipena. Está formado por las infiltraciones de los ríos Marañón y Huallaga, es encajonado y tiene un ancho aproximado en su desembocadura de 80 m. sus aguas son de color negro.

En el río Huallaga se pueden apreciar los siguientes pongos:

- ✓ Pongo de Aguirre, está ubicado a la altura de la desembocadura de la quebrada Achinamiza y se extienden hasta el centro poblado Chazuta, el ancho varía entre 50 y 80 m. Los rápidos existentes en el tramo de los pongos Aguirre y El Vaquero son Caallanaycu, Yuracyacu y Chazuta.
- ✓ Pongo El Vaquero, Se ubica entre Chazuta y el pongo El Vaquero. Es una fuerte caída de agua, la cual hasta la fecha no se ha podido ser remontada por ningún tipo de embarcaciones, en cambio de bajada si es remontada por grandes balsas que transportan víveres y ganado hacia la ciudad de Yurimaguas.

➤ **Afluentes del Bajo Marañón por su margen izquierda:**

- ✓ Quebrada Zaragoza, nace de aguajales y su desembocadura es en Nauta, es navegable por embarcaciones menores en época de creciente.
- ✓ Río Cangaza, nace de pequeñas quebradas y es navegable por botes, motor y canoas.
- ✓ Quebrada Chambira, nace de lagos y es navegable por embarcaciones menores en época de creciente. Por esta quebrada cruzan tuberías del Oleoducto Nor Peruano.
- ✓ Río Ungumayo, nace de lagos y pantanos, es navegable por embarcaciones de hasta 0.8 m de calado durante todo el año.
- ✓ Río Nucuray, nace de aguajales, sus principales afluentes son por la margen derecha del río Pavayacu y por la margen izquierda el río Huacamayo, es navegable por canoas en varios días. Este río es



navegable durante todo el año por embarcaciones de hasta 0.9 m de calado.

- ✓ Río Urituyacu, nace de pequeñas quebradas, luego recibe por la margen derecha al río Pintoyacu y por la margen izquierda a los ríos Yanayacu Chico y Yanayacu Grande. En su desembocadura tiene un ancho de 60 m, es navegable por embarcaciones menores en creciente pudiendo surcarse en 15 días por canoa hasta llegar a una cascada.
- ✓ Río Chambira, nace de aguajales y quebradas, recibe como afluente por la margen derecha a los ríos Tigrillo y Yuracyacu y por la margen izquierda a los ríos Pumayacu, Chosinga, Patayacu y Airico. El río Chambira tiene 80 m de ancho en su desembocadura y es navegable por embarcaciones hasta de 1.5 m de calado en época de creciente.
- ✓ Quebrada Samirahua, Quebrada *Choroyacu* y Quebrada Cuninico pequeña quebrada que solo es navegable por canoas.
- ✓ El río Morona es afluente del Bajo Marañón; está formado por la confluencia de los ríos Mangosisa y Congaime (Ecuador), cerca de la Guarnición Militar Vargas Guerra (frontera Peruana – Ecuatoriana) Su curso se caracteriza por ser angosto, con muchas vueltas (meandros) y pocos tramos rectos, con playas y poco caudal de agua en la época de vaciante.

El lecho del río es de arena con algunas zonas pedregosas. El ancho del río varía entre 150 y 80 m, desde la boca hasta su origen y los lugares más estrechos presenta un ancho de 65 m. Afluentes:

❖ Por su margen derecha

Ecuador

- Río Mangosisa, al confluir con el río Cangaimo forma el río Morona en territorio ecuatoriano, es navegable en época de creciente por botes motor u canoas aunque con cuidado por la existencia de numerosos palos
- Qda Gasolina, pequeña quebrada navegable por botes y canoas.

Perú

- Río Tallo, se origina de aguajales y lagos, es navegable por botes motores y canoas en época de creciente.
- Río Alas. Se origina de pequeñas quebradas y es navegable por botes motor y canoas en época de creciente
- Qda Shaime, Qda San Pablo, Qda Rayayacu, Qda Cusuime, Qda Pucayacu, Qda Pacayacu, Qda Shinguito, Qda Yarina, Qda Ojeal, Qda Shebon, Qda Esperanza, Qda Huachiyacu

Grande, Qda Huachiyacu Chico, Qda Palmichin, Qda Pucacuro, Qda Loboyacu, Qda Maruriaga, Qda Cashacaño, Qda Rumiyacu, Qda Atun Copal, Qda Tacsha Copal y Qda Amaya su nacimiento se origina de lagos y aguajales, es navegable por botes motor y deslizadores en época de creciente.

❖ Por su margen izquierda

Ecuador

- Río Cangaimo, formador del río Morona en la confluencia con el río Mangosisa, navegable en creciente por botes con motor y canoas aunque con cuidado por la existencia de numerosos palos.

Perú

- Río Anaza, nace de quebradas y lagos, es navegable por botes motor en época de creciente
  - Qda Sicuango, Qda Jergón, Qda Pashaca Qda Tigre Cantana, Qda Chihuanza Chico, Qda Paujil, Quebrada Anaza, Quebrada Bufeo, Quebrada Runa Huañuna, Quebrada Curiyacu y Quebrada Pio son pequeñas quebradas que es navegable por canoas
  - Qda Pintoyacu, es una pequeña quebrada, navegable por botes y canoas en época de creciente. De la Guarnición Militar Sargento Puño, se puede surcar este río, hasta la trocha que une a Capitán Bezada en el río Huitoyacu, afluente del Pastaza por la margen derecha.
- ✓ **Río Pastaza**, se forma de la confluencia de los ríos Baños y Palera en los andes ecuatorianos y desemboca en la margen izquierda del río Marañón. Este río es íntegramente peruano desde la confluencia con el río Bobonaza, que le da sus aguas por la margen izquierda, hasta su desembocadura en el río Marañón, abarcando una longitud aproximada de 420 km en territorio peruano, desde su formación hasta la confluencia con el río Huasaga, se denomina Alto Pastaza. En la margen derecha aproximadamente a 100 km aguas arriba de su desembocadura, se encuentra el lago Rimachi que se conecta con el río Pastaza a través de un brazo conocido con el nombre de canal de Rimachi. Afluentes:

❖ Por su margen derecha



- Quebrada Andoas, Quebrada Huagramono, Quebrada Loboyacu, Quebrada Manchari, Quebrada Tutapishco, Quebrada Platanoyacu, Quebrada Yanayacu, Quebrada Chimarra, Quebrada Ullpayacu
  - Ríos Huasaga, es el principal afluente por la margen derecha del río Pastaza, se forma de la confluencia de los ríos Cuchiyacu y Checherla.
  - Río Huitoyacu
  - Varadero Raona San Lorenzo
- ❖ Por su margen izquierda
- Río Bobonaza y Río Capahuari
  - Quebrada Hamburgo, Quebrada Loboyacu, Quebrada Atun Tia Playa, Quebrada Amadilla, Quebrada Cuchiyacu, Quebrada Pato Armana, Quebrada Rengo, Quebrada Algodón, Quebrada Pavayacu, Quebrada Ungurahui II, Quebrada Ungurahui I y Quebrada Copalyacu.
- ✓ **Río Tigre**, se forma en la confluencia de los ríos Cunambo y Pitnoyacu que tienen sus nacientes en los andes de la República de Ecuador. Su longitud aproxima es de 550 km, su ancho varía desde 80 m en su formación hasta aproximadamente 300 m en su desembocadura. Es un río sinuoso, de curvas cerradas y lecho arenoso con tramos pedregosos. Afluentes importantes:
- ❖ Por su margen derecha:
- Río Cunambo, formador del río Tigre en su confluencia con el río Pintoyacu.
  - Quebrada Shinguito, Quebrada Portillo, Quebrada marchand, Quebrada Alemán, Quebrada Tangarana, Quebrada San Antonio, Quebrada Bellavista, Quebrada Callanayacu, Quebrada Pañayacu, Quebrada Pirua, Quebrada Huanganayacu, Quebrada Aguaruna, Quebrada Aucacocha, Quebrada Ungurahui, Quebrada Huririma Quebrada Pavayacu, Quebrada Abeja, Quebrada Pumayacu,
  - Río Intuto
  - Río Corriente, se forma en la confluencia de los ríos Guyuyacu y Befeoyacu en Ecuador, siendo el principal afluente por la margen derecha del río Tigre. El río Corrientes tiene una longitud aproximada de 648 km en territorio peruano y corre en una dirección general SE paralelo al río Tigre. Su ancho varía de 80 a 150 m.

- Río Tigrillo, nace de quebradas y es navegable todo el año por embarcaciones de hasta 0.9 m de calado, puede surcarse por canoas en aproximadamente 10 días.
- ❖ Por su margen izquierdo:
  - Río Pintoyacu
  - Quebrada Shinguito Chico, Quebrada Balatayacu, Quebrada Piedra Lisa, Carretera Opecos, Quebrada Palometayacu, Quebrada Canelayacu, Quebrada Shiviyacu, Quebrada Socorro, Quebrada San Pedro, Quebrada Sabaloyacu, Quebrada Lupuna, Quebrada Choroyacu, Quebrada Pucacurillo, Quebrada Vista Alegre, Quebrada Cauchitoyacu, Quebrada Lambayeque, Quebrada Yanayacu, Quebrada Casura, Quebrada Lindero, Quebrada Collarín, Quebrada Avispa, Quebrada Misión
  - Río Pucaurco, nace de la confluencia de los ríos Tanganran y Baratillo, es un río encajonado; se puede navegar todo su curso en época de creciente por embarcaciones de hasta 1.8 m de calado y en época de vaciante por embarcaciones de hasta 0.9 m en creciente se puede continuar incluso por sus formadores.
  - Río Nahuapa, nace de varios lagos y quebradas desembocando a 1.5 km antes de la desembocadura del río Tigre en el Marañón: en época de creciente se puede navegar con embarcaciones de hasta 2.1 m de calado y puede surcar por canoas en 8 días.

### 3.3 DETERMINACIÓN DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS FISIAGRÁFICOS

#### A) Superficie de la cuenca

Para este parámetro, se ha tenido en consideración lo siguiente:

- **Área total de la cuenca (A):** se considera a toda área de terrenos cuyas precipitaciones son evacuadas por un sistema común de cauces de agua estando comprendido desde el punto donde se inicia esta evacuación hasta la desembocadura u otro punto de interés.
- **Área de la cuenca de recepción (Ar):** es el área de la cuenca donde ocurre la mayor cantidad promedio de precipitación y está determinada desde una estación de aforos en el río principal hacia aguas arriba.
- **Rango de altitud:** es la diferencia entre la cota máxima y la cota mínima de la cuenca.

$$Aa = Hmax. - Hmin. \quad (3.1)$$

Dónde:

Aa → Rango de altitud  
 Hmax → Altitud máxima  
 Hmin → Altitud mínima.

## B) Perímetro de la cuenca

El perímetro de la cuenca se define como la longitud del contorno del área de la cuenca.

## C) Forma de la cuenca

Determina la distribución de las descargas de agua a lo largo del curso principal; se expresa en los siguientes parámetros:

- **Coficiente de compacidad o índice de Gravellius (K<sub>c</sub>).**

Se define como la relación entre el perímetro de la cuenca y el área de la cuenca en estudio.

$$K_c = 0,28 \left( \frac{P}{A^{1/2}} \right) \quad (3.2)$$

Donde:

K<sub>c</sub> = Índice de compacidad  
 P = Perímetro de la cuenca  
 A = Área de la cuenca

Cuando el K<sub>c</sub> de una cuenca se acerca a la unidad significa que habrá mayores posibilidades de crecientes debido a que los tiempos de concentración de los diferentes puntos de la cuenca serían iguales.

- **Factor de forma (F<sub>f</sub>)**

Relación entre el ancho medio de la cuenca (A<sub>m</sub>) y la longitud del curso de agua más largo. El ancho medio de la cuenca se obtiene dividiendo el área de la cuenca entre la longitud del curso de agua más largo, de acuerdo a la expresión (3.3).

$$F_f = \frac{A_m}{L} = \left( \frac{A/L}{L} \right) = \frac{A}{L^2} \quad (3.3)$$

Donde:

$F_f$	=	Factor de forma
$A_m$	=	Ancho medio
$A$	=	Área de la cuenca
$L$	=	Longitud del río

Una cuenca con factor de forma bajo está sujeta a menos crecientes.

El factor de forma es adimensional.

## D) Elevación de los terrenos

- **Rectángulo equivalente**

Rectángulo que tiene la misma superficie de la cuenca, el mismo coeficiente de compacidad e idéntica repartición hipsométrica. Se trata de una transformación geométrica.

Los lados del rectángulo equivalente están dados por las fórmulas siguientes:

$$L = \frac{K_c}{1,12} \sqrt{A} * \left[ 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{1,12}{K_c} \right)^2} \right] \quad (3.4)$$

$$l = \frac{K_c}{1,12} \sqrt{A} * \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1,12}{K_c} \right)^2} \right] \quad (3.5)$$

Siendo:

$L$	=	lado mayor del rectángulo
$l$	=	lado menor del rectángulo
$K_c$	=	coeficiente de compacidad

Debiendo verificarse que:

$$L + l = P/2 \text{ (semiperímetro)} \quad L \times l = A$$

## E) Declividad de los Álveos

- **Pendiente media ( $l_c$ )**

Se obtiene dividiendo la diferencia total de la altitud mayor del cauce (HM-m) y la altitud menor del cauce (Hm-m) entre la longitud horizontal (L-km) del curso de agua entre esos dos puntos:

$$S(\%) = \left( \frac{H_M - H_m}{1000 * L} \right) * 100 \quad (3.6)$$

Donde:

$H_M$  = Altitud mayor en metros  
 $H_m$  = Altitud menor en metros  
 $L$  = Longitud del curso de agua en Km

- **Perfil longitudinal (S)**

Taylor y Schwarz proponen calcular la pendiente media como la de un canal de sección transversal uniforme, que tenga la misma longitud y tiempo de recorrido que la corriente en cuestión.

Estos autores llegan a la conclusión de que en el caso, de que los tramos no sean iguales la pendiente se encuentra dada por la siguiente expresión, la expresión matemática es:

$$S_{eq} = \left[ \frac{L}{\frac{1}{\sqrt{S_1}}} \right]^2 \quad (3.7)$$

Donde:

$L$  = longitud del río en un tramo  
 $S_1$  = pendiente en el tramo

### 3.4 INFORMACIÓN REQUERIDA Y EQUIPOS

#### 3.4.1 Recopilación de información

##### a) Cartográfica:

Para el estudio se contó con el apoyo cartográfico siguiente:

- Mapa físico político del Perú a escala 1: 1000 000, publicado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Mapa de la cuenca del río Marañón escala 1:1000,000 publicado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI.
- Mapas de la cuenca del río Marañón y Huallaga a escala 1:100,000 publicado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Mapa de clasificación climática del Perú a escala 1: 1000,000 publicado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI.
- Delimitación y codificación de unidades hidrográficas, publicado por la Autoridad Nacional del Agua - ANA, 2008.

#### **b) Información meteorológica e hidrológica:**

Se ha utilizado la información meteorológica e hidrológica siguiente:

- Precipitación total mensual, en milímetros (mm)
- Precipitación Mínima mensual, en milímetros (mm)
- Precipitación Máxima mensual, en milímetros (mm)
- Temperatura promedio mensual, en grados centígrados (°C)
- Temperatura mínima mensual, en grados centígrados (°C)
- Temperatura máxima mensual, en grados centígrados (°C)
- Humedad relativa media mensual, en porcentaje (%)
- Velocidad del viento, en metros por segundo (m/s)
- Horas de sol (horas)
- Caudal promedio mensual (m<sup>3</sup>/s).

La información hidrológica y meteorológica ha sido recopilada del Banco Nacional de Datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI.

#### **c) Red hidrológica y meteorológica:**

Para el estudio se consideró el mayor número de estaciones ubicadas dentro y alrededor de la cuenca, las que se detallan en la **Tabla 3.1** y su ubicación se muestra en el **Mapa Est.**

### **3.4.2 Período de análisis**

UNESCO – Guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del sur, 1982; un balance puede ser realizado para distintos períodos de tiempo, pero está condicionado a la información hidrológica y meteorológica disponible, en el presente estudio y teniendo en consideración la longitud de las series

estadísticas correspondientes de los parámetros a usar, se estableció que el período de análisis sea el comprendido entre los años 1969 y 2010.

### 3.4.3 Equipos

Para la elaboración del presente estudio se ha contado con el apoyo de los siguientes equipos:

Computadora Personal e impresora  
Software: Windows XP  
Surfer 8, 0  
Sistema de información geográfica (SIG)  
ArcGis/Arcview  
Minitab  
Lrap  
Internet  
Hydracces

## 3.5 METODOLOGÍA

### 3.5.1 Trabajo de campo

En esta parte del estudio, se realizaron trabajos de reconocimiento integral de algunas cuencas que se encuentran en el ámbito de la gran cuenca del río Marañón, así como también de la identificación y evaluación de cada una de las estaciones hidrológicas y meteorológicas ubicadas en la zona de estudio.

#### ➤ Reconocimiento integral de la cuenca

El río Marañón tiene su origen al Noroeste del Nudo de Pasco, en el flanco septentrional del Nevado de Raura, en la Cordillera de Huayhuash, a más de 5,800 m de altitud recibe en sus orígenes los desagües de las lagunas Niñococha, Santa Ana y Lauricocha, en Huánuco, además de los deshielos del Nevado Matador. De la Laguna Lauricocha sale con el nombre del río Marañón que conserva hasta su desembocadura en el Amazonas, en el departamento de Loreto. La superficie total que abarca es de 347525 km<sup>2</sup>. En territorio peruano es de 297038 km<sup>2</sup>. Tiene una longitud aproximada de 1800 km.

La cuenca del río Marañón está dividida en 9 unidades hidrográficas de nivel 4º: Alto Marañón, Medio Marañón, Medio Bajo Marañón, Bajo Marañón, Huallaga, Cenepa, Tigre y Pastaza y se encuentra en la jurisdicción de los departamentos de: Loreto, San Martín, Amazonas, Cajamarca, Piura, Lambayeque, La Libertad, Ancash, Huánuco y Pasco.

## ➤ **Operación y funcionamiento de la red hidrometeorológica**

La cuenca en conjunto cuenta con una red hidrometeorológica importante, pero no suficiente, en la actualidad en vienen funcionando sesenta siete (67) estaciones climatológicas, cuatro (04) climatológicas principales, ventiseis (26) estaciones pluviométricas, tres (03) estaciones agrícolas principal y treinta dos (32) hidrológicas, todas ellas se ubican en los diferentes niveles altitudinales de la cuencas, las mismas que son administradas por el Senamhi y pertenecen a diferentes Direcciones Regionales.

Departamento de Amazonas: en esta zona se localizan ocho estaciones climatológicas, tres pluviométricas y dos hidrológicas, las mismas que se encuentran ubicadas desde los 540 msnm hasta los 2 500 msnm, las registran información meteorológica e hidrológica en esta parte de la región.

Departamento de Ancash: en esta parte de la cuenca se localizan tres estaciones climatológicas y ocho hidrológicas, ubicadas entre los 3 100 msnm y 4 450 msnm y distribuidas de manera estratégica en la zona, registrando información representativa de la zona.

Departamento de Cajamarca: gran parte del Alto Marañón recorre esta región y donde se localizan veintiuno estaciones climatológicas, seis pluviométricas, una meteorológica agrícola y dos estaciones hidrológicas automáticas, las que se encuentran distribuidas de manera estratégica de manera en la zona y entre 6 50 msnm y 3000 metros, registrando información representativa de la zona.

Departamento de Loreto: región del Bajo Marañón se encuentra en esta registra región: aquí se ubican dos (02) estaciones climatológicas, tres (03) pluviométricas y dos (02) automáticas hidrológicas.

Esta pequeña red se encuentra distribuida de manera estratégica en la zona y 100 msnm y 50 msnm, registrando información representativa de la zona.

Departamento de Huánuco: aquí se encuentran localizadas nueve (09) estaciones climatológicas, una (01) agrícola principal tres (03) estaciones automáticas hidrológicas.

Esta pequeña red se encuentra distribuida de manera estratégica en la zona y 600 msnm y 3500 msnm, registrando información representativa de la zona.

Departamento de Piura: en este departamento costero se encuentran localizadas tres (03) estaciones climatológicas, dos (02) pluviométricas y (01) una climatológica principal y once (11) estaciones automáticas hidrológicas.

Esta red se encuentra distribuida de manera estratégica en la zona y 2 000 msnm y 3 500 msnm, registrando información representativa de la zona.



Departamento de San Martín: en esta parte de la cuenca se encuentran localizadas diecinueve (19) estaciones climatológicas, doce (12) pluviométricas, (01) una climatológica principal, una (01) agrícola principal y diez (10) estaciones automáticas hidrológicas.

Esta red se encuentra distribuida de manera estratégica en la zona y 100 msnm y 1 200 msnm, registrando información representativa de la zona.

En la cuenca se encuentra la estación Borja (**Foto 1**), donde se mide los niveles de agua del mismo río y del río Santiago que viene de Ecuador.

La **Foto 2**, muestra la estación San Regis ubicada en el río Marañón permite cuantificar el recurso hídrico proveniente de cuencas importantes como lo son el Santiago, Morona y Pastaza (Ecuador) y Huallaga (Perú).

La estación hidrológica Chazuta del SENAMHI (**Foto 3**) permite cuantificar el recurso hídrico proveniente de la cuenca del río Huallaga.

Y en la **Foto 4**, se muestra la estación Puente Crisnejas, afluente del río Marañón sobre el río del mismo Crisnejas.



**Foto 1: Estación HLM Borja/Marañón**  
Fuente: Banco de fotos - DGH



**Foto 2: Estación HLM San Regis/Marañón**  
Fuente: Banco de fotos - DGH



**Foto 3: Estación HLM Chazuta/Huallaga**  
Fuente: Banco de fotos - DGH



**Foto 4: Estación HLG Pte. Crisnejas/Crisnejas**  
Fuente: Banco de fotos - DGH

### 3.5.2 Trabajo de gabinete

#### A) Análisis de precipitación

El proceso de la precipitación no es tan sencillo como parece, sino hace falta una serie de condiciones previas en la atmósfera tales como la existencia de vapor de agua en grandes proporciones; este vapor debe ascender y condensarse en la altura formando nubes, y que las condiciones dentro de las nubes permita que las pequeñísimas partículas de agua e hielo aumenten de tamaño y peso, suficiente para caer desde la nube y llegar al suelo.

Este fenómeno se da por la condensación del vapor de agua con tal rapidez en la atmósfera alcanzando tal peso que no pueda seguir flotando como las nubes, la niebla o la neblina (cuyas partículas están suspendidas o se depositan directamente sobre la tierra en forma de rocío o escarcha) y se precipita de las diversas formas ya mencionadas.

Se entiende por precipitación a todo aquello que cae de la atmósfera a la superficie de la tierra, ya sea en forma de lluvia, granizo, pedrisco, nieve, etc.

Los factores que determinan el desigual reparto de las precipitaciones son múltiples y complejos, desde los de ámbito general hasta los regionales o locales.

Los **factores de alcance general** son los responsables de que en los climas ecuatoriales las lluvias sean fundamentalmente de convección, y en los climas tropicales las estaciones lluviosas coincidan con los solsticios.

Los **factores regionales** o locales determinan aspectos tales como la mayor humedad de las zonas costeras y la mayor frecuencia de lluvias en las barreras montañosas, en especial en su vertiente orientada al mar.

Este parámetro se puede considerar como el más importante que interviene en el balance hídrico y la exactitud en su medición y su evaluación es determinante en el resultado.

Sin embargo, a pesar de su importancia no se puede estimar con un alto grado de exactitud ya que su evaluación es afectada por dos tipos de errores:

- Error en la medida puntual
- Error en la medida espacial.

Su evaluación requiere estudiar y analizar:

- Error en la medida
- Consistencia y ajuste de las estadísticas

- Ampliación de los registros
- Evaluación de la precipitación espacial
- Régimen pluviométrico de un lugar, zona o región

#### ▪ **Análisis de consistencia de datos**

Aliaga, 1983, la no homogeneidad e inconsistencia en secuencias hidrológicas representa uno de los aspectos más importantes del estudio de la hidrología, particularmente en lo relacionado a la conservación, desarrollo y control de los recursos hídricos

Los datos pluviométricos a nivel mensual, recopilados y automatizados, se procesaron con el fin de determinar su confiabilidad y consistencia, la que consiste en determinar si la información de precipitaciones registradas en cada una de las estaciones (PLU y CO); son representativas de la zona y no presentan ningún tipo de error.

El primer paso al efectuar la evaluación espacial de la precipitación es verificar que el período de la estadística pluviométrica que se va a utilizar sea consistente; quiere decir que la estación haya sido observada durante el período en la misma forma, criterio y que su instalación no haya sufrido variaciones de ningún tipo.

El consistenciado de la información comprende la elaboración de tablas con valores promedios a nivel mensual y anual de la variable precipitación, la construcción de histogramas, curvas de doble masa y pruebas estadísticas, con el fin de identificar y si es necesario cuantificar inconsistencias, saltos o tendencias de los datos.

- Histogramas: son gráficos que se construyen en coordenadas cartesianas, ploteando la precipitación con el tiempo.
- Curva doble masa: consiste en llevar los valores acumulados de la estación en estudio y en la abscisa los valores acumulados de una estación patrón, que viene a ser el promedio de varias estaciones índices.
- Pruebas estadísticas: comprende el empleo de los tests de: T – student y F – Fisher, con la finalidad de cuantificar la inconsistencia de la información.

Mediante la prueba de T de Student se analiza si los valores son estadísticamente iguales, es decir probar que ambos valores provienen de la misma población.

## ▪ Doble masa

Este método es aplicado en cada grupo de análisis considerado; consiste en calcular un patrón de precipitaciones anuales (PPA) como el promedio anual de un conjunto de estadísticas pluviométricas que se considera son las mejores y más largas del grupo; el PPA se acumula año a año obteniéndose una serie de valores anuales acumulados.

Comparando con el PPA acumulado las precipitaciones anuales acumuladas de cada estación ( $X$ ) y llevando los pares de valores ( $\Sigma PPA$ ,  $\Sigma P_x$ ) a un gráfico, los puntos quedarán alineados si la estación ( $X$ ) ha sido bien observada, lo que indicaría que su estadística es consistente, si se produce un quiebre a partir de un determinado año, la estadística de la estación ( $X$ ) no es consistente y debe corregirse.

Para realizar la consistencia de la información pluviométrica fue necesario agrupar las estaciones bajo los siguientes criterios:

- \* Ubicación dentro y fuera de la cuenca
- \* Proximidad entre estaciones (latitud y longitud)
- \* Intervalo de altitudes.

Para el estudio se utilizó el método de doble masa para el consistenciado, empleando el siguiente procedimiento:

- Se seleccionó el período común de información del grupo de estaciones utilizadas en el estudio.
- Se determinó las precipitaciones totales anuales para cada estación; para los datos faltantes a nivel mensual, se procedió a reemplazar temporalmente por los promedios mensuales de la serie, solamente para aquellos años que tuvieran como máximo 6 datos faltantes.
- Posteriormente los valores anuales determinados fueron acumulados en orden cronológico, a partir del año más antiguo (1969) hasta el más reciente (1999).
- Se procedió a graficar cada uno de los valores de las precipitaciones acumuladas de cada estación con el promedio acumulado de ellas, con el fin de determinar la estación patrón en cada grupo.
- Si los puntos ploteados presentan una sola tendencia, es decir si se puede trazar por ellos una recta sin quiebres, significa que la estadística de la estación es consistente.

- Si los puntos presentan quiebres o mucha dispersión, la estadística no es consistente y se procede a su corrección o eliminación del análisis.
- Las estaciones cuyas precipitaciones registren diferentes pendientes (quiebres), serán ajustadas mediante la multiplicación de esos valores por un factor de corrección cuya expresión matemática es:

$$\beta_i = \frac{m_2}{m_1} \quad (3.8)$$

Dónde:

$B_1$  → Factor de corrección

$m_1$  → Pendiente de la recta del período más antiguo

$m_2$  → Pendiente de la recta del período más reciente

La expresión se utiliza para corregir los valores inconsistentes del período más antiguo, y si requiere corregir el período más reciente la relación entre pendientes se invierte.

A cada uno de los períodos seleccionados, de acuerdo al quiebre de la información, se ajusta a una ecuación de regresión lineal del tipo:

$$Y = mX + b \quad (3.9)$$

$$Y = mX \quad (3.10)$$

Dónde:

Y → Variable dependiente

X → Variable independiente

m → Pendiente de la recta a determinarse

b → Constante a determinarse

- Con la estadística ajustada, se procede nuevamente a realizar el proceso de análisis de doble masa, con el fin de corroborar el análisis.

El grupo de estaciones seleccionadas en la cuenca del río Marañón después de ser analizada su consistencia y ajustada, quedo lista para el proceso de completado y extensión de los datos de precipitaciones totales anuales.

- **Completar y/o utilizar información para su extensión**

Es esencial que en el balance hídrico intervenga el máximo número de registros pluviométricos, por lo cual es necesario establecer métodos que permitan estimar precipitaciones anuales del período 1969 - 2010, de aquellas estaciones que contengan información estadística incompleta.

Comprobada la consistencia del registro, es necesario completar los datos faltantes por medio de métodos estadísticos – matemáticos, la que debe asegurar al especialista que esta no altera sustancialmente los indicadores poblacionales.

Dentro de los métodos estadísticos utilizados en el presente fueron los modelos de regresión lineal simple y múltiple.

*Análisis de regresión lineal simple (RLS)* consiste en graficar el diagrama de dispersión, ajustar una recta a ese diagrama de dispersión, esta recta es llamada línea de regresión se usa para completar y extender la información faltante.

La ecuación de RLS comprende una variable aleatoria dependiente ( $Y_i$ ) y una variable aleatoria independiente ( $X_i$ ) y los coeficientes de la ecuación de regresión ( $\alpha$  .  $\beta$ ) donde  $\alpha$  es el punto de intersección entre la línea de regresión y el eje "Y" ; y  $\beta$  es el coeficiente de regresión o pendiente de la línea. el mismo que explica cuán rápido aumenta o disminuye la variable "Y" con un cambio de "X".

Su expresión matemática es:

$$Y_i = \alpha + \beta X_i \quad (3.11)$$

Es frecuente que en una estación falten datos de la precipitación, por tanto, es conveniente disponer de un método para estimarlas y así poder completar la información, en el presente estudio se obtendrá empleando este método descrito.

- **Estimación de la precipitación a nivel mensual**

Analizada la información anual de la serie histórica, se procede a completar los valores mensuales faltantes en la serie, los cuales se generaran en base a pesos porcentuales de cada uno de los meses en cada estación.



### ▪ Estimación de la precipitación media areal

Para evaluar la precipitación caída en una zona de la superficie terrestre, es indispensable basarse en valores puntuales.

Para determinar la precipitación media de la cuenca se puede realizar, entre otros, por los métodos:

- Media aritmética
- Polígono de Thiessen
- Isoyetas
- Kringing
- Inverso de la distancia

Gómez 1987, el método más preciso para evaluar la precipitación espacial es el de Isoyetas; obtenidos los valores puntuales de precipitación en todas las estaciones seleccionadas de la cuenca, se procedió a plotear en un mapa las estaciones y sus cantidades de lluvia, luego se interpola para obtener isolíneas de igual valor pluviométrico en la cuenca y subcuencas respectivas.

Este método nos permite estimar la variación paulatina de las precipitaciones en el espacio, aún en zonas montañosas.

La precipitación promedio sobre el área de la cuenca se evalúa ponderando la precipitación entre isoyetas sucesivas por el área entre isoyetas, relación que se expresa por la siguiente expresión:

$$P_m = \frac{\sum AP}{A_T} \quad (3.12)$$

Donde:

$P_m$	=	Precipitación media de la cuenca
$AP$	=	área parcial entre isoyetas
$A_T$	=	área total de la cuenca

Los valores areales se determinaran con el software Hydracces, que contiene un módulo de valores medios sobre la cuenca.

Para ello primeramente se realiza un grillado cada 10 km en la zona de interés, donde se estima los valores de precipitación en cada vértice de la cuadrícula, que permiten generar las series para la interpolación de las isolíneas.

Al realizar el procesamiento este software también te permite encontrar los valores areales para cuenca de interés, para ello debe ingresar en formato shape el perímetro de la cuenca en forma de polígono.

Para nuestro caso la precipitación media areal se la obtenida al promediar, los valores obtenidos por los métodos de Thiessen, inverso a la distancia y Kriging.

La interpolación de las isoclinas se realizara con ayuda del software ArcGis y Arcview.

## **B) Análisis de temperatura**

Aquí se realizará un estudio completo de las temperaturas a nivel anual y mensual, considerando los valores mínimos, máximos y medios, para todas las subcuencas de la cuenca del Marañón.

La información seleccionada para tal fin, corresponde a las estaciones Climatológicas Ordinarias ubicadas dentro de la zona de estudio y de estaciones de apoyo ubicadas en cuencas vecinas, tal como se puede observar en la **Tabla 3.2.**

### **▪ Determinación de la temperatura a nivel mensual**

Analizada la información a nivel mensual y anual, se pasó a completar la serie de datos mensuales, para lo cual se procedió de la misma forma que en el análisis de la precipitación, determinándose los diferentes factores de corrección, mediante los cuales se determinarán los valores de las temperaturas medias mensuales para cada una de las estaciones.

Con dicha información de temperatura (media, mínima y máxima) para cada mes, y con el mismo grillado construido para precipitación equidistante cada 5x5 km en la dirección vertical y horizontal. Este grillado servirá de base para generar la información en cada vértice de cada grid o cuadrícula regular, valores de temperatura (media, mínima y máxima) mensual, representando cada punto una “estación virtual”, la cual se realiza con software Hydracces.

## **C) Análisis de humedad relativa, viento y horas de sol**

### **▪ Humedad relativa**

Variable que se analiza, con información de las estaciones que se ubican en toda en el ámbito de la cuenca, así como de estaciones de cuencas vecinas. Con información histórica de humedad relativa media a nivel



mensual de las estaciones seleccionadas (**Tabla 3.3**), se realizaron análisis estadísticos que nos permitieron conocer las características, distribución y comportamiento de estos parámetros en forma espacial y temporal.

Asimismo con el mismo grillado construido para precipitación equidistante cada 5 km en la dirección vertical y horizontal, servirá de base para generar en información en cada vértice, representando cada punto una “estación virtual”.

- **Viento y horas de sol**

Estas variables se analizaron en toda la cuenca, con información de la zona de estudio e incluyendo estaciones de las cuencas vecinas como la de Urubamba entre otras.

Para el análisis recurrimos a información histórica, tal como se muestra en las **Tablas 3.3**. Para el análisis de viento y horas de sol se han considerado un total de 78 y 29 estaciones respectivamente, las cuales nos permitirán conocer el comportamiento de la distribución espacial y temporal de ambas variables dentro de las zonas de estudio.

Con el mismo grillado construido para precipitación equidistante cada 5 km en la dirección vertical y horizontal, servirá de base para generar en cada vértice de cada grid o cuadrícula regular, valores de viento y horas de sol, representando cada punto una “estación virtual”.

## **D) Estimación de la evapotranspiración**

La determinación de esta variable, puede ser realizada mediante la aplicación de las fórmulas empíricas desarrolladas por los diferentes investigadores, en su deseo de encontrar la forma práctica de describir conceptualmente, cada una de las variables que inciden en forma directa en la pérdida de agua por los diferentes procesos descritos en la parte de la revisión bibliográfica.

A fin de realizar una comparación cualitativa y cuantitativa entre los diferentes métodos indirectos y directos más importantes, utilizados en la determinación de la evapotranspiración, se describe a continuación cada uno de ellos (SIAR, 2001):

- **Cubeta**

El tanque de evaporación permite estimar los efectos combinados de radiación solar, viento, temperatura y humedad sobre la evaporación de una superficie de agua libre. De un modo análogo, la planta responde a las mismas variables climáticas. El método del tanque de evaporación permite relacionar la evaporación del agua del tanque con la evapotranspiración del cultivo de referencia (*ET<sub>o</sub>*) (Inia, 2001).

Existe una íntima relación entre los procesos de evapotranspiración del cultivo y la evaporación del Tanque Clase "A" por lo que este método es de gran utilidad para determinar la ETo a partir de la evaporación de un tanque de agua. Existen diversos modelos de tanques, pero el más utilizado es la cubeta evaporimétrica "Clase A" del "Weather Bureau" de los EE.UU. Este recipiente es circular, de hierro galvanizado, con dimensiones de 120,7 cm de diámetro y 25,4 cm de profundidad, y se monta sobre la plataforma de madera que permite situar el fondo a unos 15 cm sobre el nivel del suelo.

Doorembos y Pruitt (1974,1977) proponen un método para la predicción de la ETo a partir de los datos medidos de evaporación de una lámina libre de agua en la cubeta "Clase A". La ecuación correspondiente es la siguiente:

$$ET_o = K_t * E_v \quad (3.13)$$

Donde:

- ETo = evapotranspiración de referencia (mm/día)
- $K_t$  es el factor de corrección, que se calcula para un tanque sobre hierba mediante la ecuación 3.13.

$$k_t = 0.108 - 0.00033 * U_d + 0.0422 \ln(fetch) + 0.1434 \ln(Hrmed) - 0.000631 [\ln(fetch)]^2 * [\ln(Hrmed)] \quad (3.14)$$

Donde:

- fetch = distancia de cobertura verde en la dirección predominante del viento (m)
- Hrmed = humedad relativa media (%)
- $U_d$  = velocidad del viento diurna a 2 m de altura (m/s)

Los valores de estos parámetros deben estar comprendidos entre los siguientes intervalos:

30	<	Hrmed	<	84%.
0,97	<	$U_d$	<	8,1 m/s.
1	<	"fetch"	<	1000

#### ▪ **Blaney – Criddle modificado por Fao**

El método original de Blaney-Criddle (Blaney y Criddle, 1950) se basó en estudios de correlación entre la temperatura y el uso del agua en el oeste de EE.UU. Con el fin de definir mejor los efectos de clima sobre la

evapotranspiración. La modificación de FAO del método de Blaney-Criddle es la siguiente:

$$ET_o = a_b + b_b * f \quad (3.15)$$

Donde:

- $ET_o$  = evapotranspiración de referencia (mm/día)
- $f$  es el factor de uso consuntivo dado por la ecuación 3.15 en mm/día
- $a_b$  y  $b_b$  son los valores de ecuaciones 3.16 y 3.17.

$$f = P * (0.46 * t + 8.13) \text{..utilizando } ^\circ C \quad (3.16)$$

Donde:

- $f$  = factor consuntivo (mm/día)
- $t$  = porcentaje de horas de sol diarias anuales durante el período considerado (%)
- $P$  = período considerado (días).

$$a_o = 0.043 * Hr \text{ min} - \frac{n}{N - 1.41} \quad (3.17)$$

$$b_b = a_o + a_1 * HR_{\min} + a_2 * \frac{n}{N} + a_3 * U_d + a_4 * HR_{\min} * \frac{n}{N} + a_5 * HR_{\min} * U_d \quad (3.18)$$

Donde:

- $HR_{\min}$  = humedad relativa mínima (%);  $n/N$  = fracción de insolación
- $U_d$  = velocidad del viento tomada a 2 m de altura (m/s).

Los coeficientes de regresión son:

- $a_o = 0,81917$
- $a_1 = -0,0040922$
- $a_2 = 1,0705$
- $a_3 = 0,065649$
- $a_4 = -0,0059684$
- $a_5 = -0,0005967$

#### ▪ Hargreaves

La fórmula que plantea Hargreaves es la que se presenta a continuación:

$$ET_o = 0.0023 * R_A * (T_{\max} - T_{\min})^{1/2} * (T_{\text{med}} + 17.8) \quad (3.19)$$

Donde:

- $T_{\text{med}} = (T_{\max} + T_{\min})/2$
- $R_A$  = radiación extraterrestre (mm/día)
- $T_{\max}$  = temperatura máxima (°C)
- $T_{\min}$  = temperatura mínima (°C),
- $T_{\text{med}}$  = temperatura media (°C).

- **Método Climdata (1981)**

Se emplean los datos mensuales de (Uct, 2001)

- T = temperatura media mensual, en °C
- H.R. = humedad relativa media mensual, en %

Para calcular la Evapotranspiración Potencial como:

$$ETP = 0.31 * (T + 2) * T - 1.67 * (HR - 76) \quad (3.20)$$

Dónde:

ETP = evapotranspiración en mm/día

- **Método de Turc**

Emplea la expresión matemática siguiente (Uct, 2001):

$$ETP = 0.013 * \left( \frac{T}{T + 15} \right) * (RS + 50) * \left( 1 + \frac{65 - HR}{120} \right) \quad (3.21)$$

Donde:

- ETP = evapotranspiración en mm/día
- T = temperatura media mensual, en °C
- RS = radiación solar media mensual, en cal cm<sup>-2</sup> min<sup>-1</sup>.
- HR = humedad relativa media mensual, en %

También existe el método modificado de Turc, el cual está dado por la expresión matemática siguiente (Musy, 2001):

$$ET = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}} \quad (3.22)$$

Dónde:

- ET : Evapotranspiración en [mm],  
P : Precipitación total anual en [mm]  
T : Temperatura media anual [°C].  
L = 300 + 25 T + 0.05 T<sup>3</sup>.

#### ▪ Penman – Fao

La ecuación original de Penman estimaba las pérdidas de agua por evaporación en una superficie libre de agua (E<sub>o</sub>). La fórmula es la que se presenta a continuación:

$$ET_o = c * \left[ \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} * Rn_1 + \frac{\gamma}{\gamma + \Delta} * 2.7 * (1 - 0.01 * U_2) * DPV_1 \right] \quad (3.23)$$

Donde:

- c = factor de corrección
- D = pendiente de la curva que relaciona la presión de vapor con la temperatura del aire (kPa/°C)
- G = constante psicométrica (kPa/°C)
- Rn<sub>1</sub> = radiación neta (mm/día)
- u<sub>2</sub> = velocidad del viento a 2 m de altura (km/día)
- DPV<sub>1</sub> es el déficit de presión de vapor (kPa).

$$DPV_1 = (e_{s1} - e_{o1}) \quad (3.24)$$

Donde:

- e<sub>s1</sub> = presión de vapor en saturación (kPa)
- e<sub>o1</sub> = presión actual de vapor (kPa)

Calculados por las ecuaciones siguientes:

$$e_a = 0.6108 * e^{\left[ \frac{17.27 * T_{med}}{T_{med} + 237.3} \right]} \quad (3.25)$$

$$e_{D1} = e_{s1} * \frac{HR_{med}}{100} \quad (3.26)$$

Donde:

- $T_{med}$  = Temperatura media diaria ( $^{\circ}\text{C}$ )
- $H_{rmed}$  = humedad relativa media (%)

En el cálculo de  $D$  se utilizó la expresión 3.26, y en el de  $g$  la expresión 3.27.

$$\Delta = \frac{4098 * e_{s1}}{(T_{med} + 237.3)^2} \quad (3.27)$$

$$\gamma = \frac{0.0016286 * P}{\lambda} \quad (3.28)$$

Donde:

- $P$  = presión atmosférica (kPa)
- $g$  = calor latente de vaporización (MJ/kg)

Calculados como:

$$P = 101.3 * \left[ \frac{(293 - 0.0065 * \text{altitud})}{293} \right]^{5.296} \quad (3.29)$$

Donde:

- $\text{altitud}$  = altura sobre el nivel del mar (m).

$$\lambda = 2.501 - (2.361 * 10^{-3}) * T_{med} \quad (3.30)$$

Donde:

- $T_{med}$  = temperatura media ( $^{\circ}\text{C}$ )

La radiación neta fue calculada utilizando la expresión:

$$Rn_1 = (1 - \alpha) * R_s - R_b \quad (3.31)$$

Donde:

- $A$  = albedo de la superficie ( $a = 0,25$  para una pradera)
- $R_s$  = radiación global ( $\text{mmdía}^{-1}$ )
- $R_b$  = pérdida de radiación neta de onda larga ( $\text{mmdía}^{-1}$ ).

$$Rb = \left( \frac{0.9 * n}{N} + 0.1 \right) * \left( 0.34 - 0.139 * e_D^{1/2} \right) * s * T^{-4} \quad (3.32)$$

Donde:

- $s$  = constant de Stefan-Boltzmann ( $s=4,9*10^{-9}MJm^{-2}d^{-1}k^{-4}$ )
- $T$  = temperatura absoluta en K ( $T = T_{med} + 273,16$ )
- $n/N$  = relación entre el número de horas de sol ( $n$ ) y el número máximo de horas de sol ( $N$ ) para la fecha evaluada.

El factor de corrección  $C$  fue ajustado por Allen y Pruitt (1991):

$$C = 0.892 - 0.0781 * U_d + 0.00219 * U_d * R_s + 0.000402 * H_{max} * R_s + 0.000196 * \left( \frac{U_d}{U_n} \right) * U_d * H_{rmax} + 0.0000198 * \left( \frac{U_d}{U_n} \right)^2 * H_{rmax} * R_s + 0.00000236 * U_d^2 * H_{rmax} * R_s - 0.0000086 * \left( \frac{U_d}{U_n} \right)^2 * U_d * H_{rmax} - 0.0000000292 * \left( \frac{U_d}{U_n} \right) * U_d^2 * (H_{rmax})^2 * R_s - 0.0000161 * H_{rmax} * R_s \quad (3.33)$$

Dónde:

- $U_d$  = velocidad del viento diurna a 2 m de altura (m/s)
- $H_{rmax}$  = humedad relativa máxima (%)
- $U_d/U_n = 2$ , es la relación entre la velocidad del viento diurna y (7:00 a 19:00 h) y nocturna (19:00 a 7:00 h) que es el valor promedio.

Los límites de validez en la ecuación 3.32, cuando los datos de entrada los superen, se deben adoptar los límites especificados:

- |      |   |            |   |            |
|------|---|------------|---|------------|
| • 3  | < | $R_s$      | < | 12 mm/día. |
| • 30 | < | $H_{rmax}$ | < | 90 %.      |
| • 0  | < | $U_d$      | < | 9 m/s.     |
| • 1  | < | $U_d/U_n$  | < | 4.         |

#### ▪ Penman – Monteith

Monteith (1965) desarrolló un modelo que incluye, en el modelo de Penman, la resistencia a la superficie de la cubierta vegetal, quedando de la siguiente manera:



$$ET_o = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} * (Rn_1 - G) + \frac{\gamma}{\gamma + \Delta} * K_1 * \left( 0.622 * \lambda * \frac{\rho}{P} \right) * \frac{1}{R_A} * DPV_2 \quad (3.34)$$

Donde:

- $ET_o$  = evapotranspiración de referencia (mm/día)
- $Rn_2$  = radiación neta calculada por el método de Wright, (1982)(MJm<sup>2</sup>/día)
- $G$  = flujo de calor del suelo (MJm<sup>2</sup>/día)
- $K_1$  = coeficiente de conversión de unidades (  $K_1=8,64$  si la velocidad media del viento a 2 m de altura ( $U_2$ ) se expresa en m/s y  $K_1= 10^3$  si  $U_2$  se expresa en km/día)
- $DPV_1$  = déficit de presión de vapor (kPa).

$$l' = l * \left( 1 + \frac{r_C}{r_A} \right) \quad (3.35)$$

Dónde:

- $l$  = calor latente de la evaporación (MJ/kg)
- $r_A$  = resistencia aerodinámica (s/m)
- $r_C$  = resistencia de la cubierta (s/m)

$$r_C = \frac{100}{(0.5 * IAF)} \quad (3.36)$$

El índice de área foliar (IAF) se puede estimar de la siguiente manera:

$$IAF = 0,24 h_C.$$

El valor de  $r_A$  en condiciones neutras de estabilidad de la atmósfera es:

$$r = \frac{\left[ \ln \left( \frac{Z_m - d}{Z_{nm}} \right) \right] * \left[ \ln \left( \frac{Z_b - d}{Z_{nb}} \right) \right]}{k^2 * U_x} \quad (3.37)$$

Dónde:

- $Z_m$  = altura de medida del viento (m)
- $Z_h$  = altura de medida de la temperatura y la humedad relativa (m)
- $D$  = altura del plano cero (m)
- $Z_{om}$  = longitud de la rugosidad para transferencia de cantidad de movimiento

- $Z_{oh}$  = longitud de la rugosidad para transferencia de calor sensible y calor latente
- $k$  = constante de von Karman ( $k = 0,41$ )
- $U_2$  = velocidad del viento a la altura  $z$  (m/s)

$$Z_{om} = 0.1236 * hc \quad (3.38)$$

$$Z_{oh} = 0.0123 * hc \quad (3.39)$$

$$d = 0.67 * hc \quad (3.40)$$

$$Rn_2 = (1 - a) * Rs - Rb \quad (3.41)$$

Donde:

- $hc$  = altura del cultivo (m)

La pérdida de radiación neta de onda larga  $Rb$  se calcula con la ecuación 3.41.

$$Rb = \left[ \frac{a * n}{N} + b \right] * Rbo \quad (3.42)$$

Las constantes  $a$  y  $b$  vienen de:

- $a = 1,126$  y  $b = -0,07$  p/  $n/N > 0,7$
- $a = 1,107$  y  $b = -0,06$  p/  $n/N \leq 0,7$ .

La radiación neta de onda larga se calcula de la siguiente manera:

$$Rbo = \left[ a_1 + b_1 * (e_d)^{0.5} \right] * \left[ 4.903 * 10^{-9} \right] * \frac{\left[ T_{\max} k^4 + T_{\min} k^4 \right]}{2} \quad (3.43)$$

$$a = 0.26 + 0.1 * e^{-\left[ 0.0154 * (30 * m + 2.25) \right]^2} \quad (3.44)$$

Dónde:

- $b_1 = -0,139$
- $e_d$  en kPa
- $T_{\max}$  = temperatura máxima en kelvin
- $T_{\min}$  = temperatura mínima en kelvin
- $m$  es el número del mes (enero 1 y diciembre 12, hemisferio norte)

El flujo del suelo es:

$$G = \frac{4 * 2 * (T_{i-1} - T_{i-1})}{\Delta t} \quad (3.45)$$

Donde:

- G = flujo de calor del suelo (MJm<sup>2</sup>/día)
- T = temperatura media del aire en los días i+1 y i-1
- Dt el intervalo de tiempo entre medidas de temperatura

La expresión  $K_1 = (0,622lr/P)$  de la ecuación 3.31 se puede calcular directamente por la siguiente ecuación:

$$K * \left( 0.622 * \lambda * \frac{v}{P} \right) = (1710 - 6.85 * T_{med}) \quad (3.46)$$

Para la determinación de  $DPV_2$  se utilizan las siguientes expresiones:

$$DPV = (c_{S2} - c_{D1}) \quad (3.47)$$

$$e_{S2} = \frac{e_s * (T_{max}) + e_s * (T_{min})}{2} \quad (3.48)$$

$$e_{D1} = \frac{[e_s(T_{max}) * HR_{min}] + [E_s(T_{min}) * HR_{max}]}{2} \quad (3.49)$$

Siendo:

- $e_{S(Tmax)}$  = tensión de vapor en saturación a temperatura máxima
- $e_{S(Tmin)}$  = tensión de vapor en saturación a temperatura mínima

Para nuestro caso, utilizaremos el modelo Crop Evapotranspiration (FAO-56, 1998), desarrollado por la FAO mediante la aplicación del método de Penman-Monteith, el cual está basado en la determinación de los balances de energía y el balance aerodinámico, cuya expresión final es:

$$ET_o = \frac{0.408 * \Delta * (R_n - G) + \gamma * \frac{900}{T + 273} * U_2 * (e_s - e_A)}{\Delta + \gamma * (1 + 0.34 * U_2)} \quad (3.50)$$

Donde:

- $ET_o \rightarrow$  Evapotranspiración [mm/días],
- $R_n \rightarrow$  Radiación neta en la superficie [MJ/(m<sup>2</sup>\*día)]

- $G \rightarrow$  Densidad de flujo de calor del suelo [ $\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$ ],  
 $T \rightarrow$  Temperatura media del aire a 2 metros del suelo [ $^{\circ}\text{C}$ ],  
 $U_2 \rightarrow$  Velocidad del viento a 2 metros sobre el suelo [ $\text{m/s}$ ],  
 $e_s \rightarrow$  Presión de vapor de saturación [ $\text{kPa}$ ],  
 $e_a \rightarrow$  Presión de vapor actual [ $\text{kPa}$ ],  
 $e_s - e_a \rightarrow$  Déficit de presión de vapor de saturación [ $\text{kPa}$ ],  
 $\Delta \rightarrow$  Pendiente de la curva de presión de vapor [ $\text{kPa} / ^{\circ}\text{C}$ ],  
 $\gamma \rightarrow$  Constante psicrométrica [ $\text{kPa} / ^{\circ}\text{C}$ ].

La evapotranspiración de referencia,  $ET_o$  proporciona un valor standard cualquiera:

- La evapotranspiración, a diferentes períodos de años, puede ser comparada con otras regiones,
- La evapotranspiración de otros cultivos puede ser relacionada.

La ecuación utiliza registros climatológicos standard de radiación solar, temperatura, humedad de aire y velocidad de viento, a nivel diario, semanal y mensual, mediante la aplicación de un análisis de regresión.

Con la aplicación de cada una de estos métodos y la comparación entre ellas, se seleccionará el que mejor se ajuste al comportamiento real de la evapotranspiración en la cuenca.

Para la determinación de la evapotranspiración potencial, se utilizará la expresión siguiente:

$$ETP = K_c * ET_o \quad (3.51)$$

Dónde:

- $ETP \rightarrow$  Evapotranspiración potencial  
 $K_c \rightarrow$  Coeficiente de cultivo  
 $ET_o \rightarrow$  Evapotranspiración de referencia

El coeficiente de cultivo,  $k_c$ , es básicamente la relación de transformación del cultivo  $ET_c$  a la referencia  $ET_o$ , y representa una integración de los efectos de cuatro características primarias que distinguen el cultivo de la hierba de referencia. Estas características son:

- Altura del cultivo. La altura del cultivo influye en el término de resistencia aerodinámico,  $r_a$ , de la ecuación de FAO Penman-Monteith y de la transferencia turbulenta del vapor del cultivo en

la atmósfera. El término  $ra$  aparece dos veces en forma completa en la ecuación de FAO Penman-Monteith.

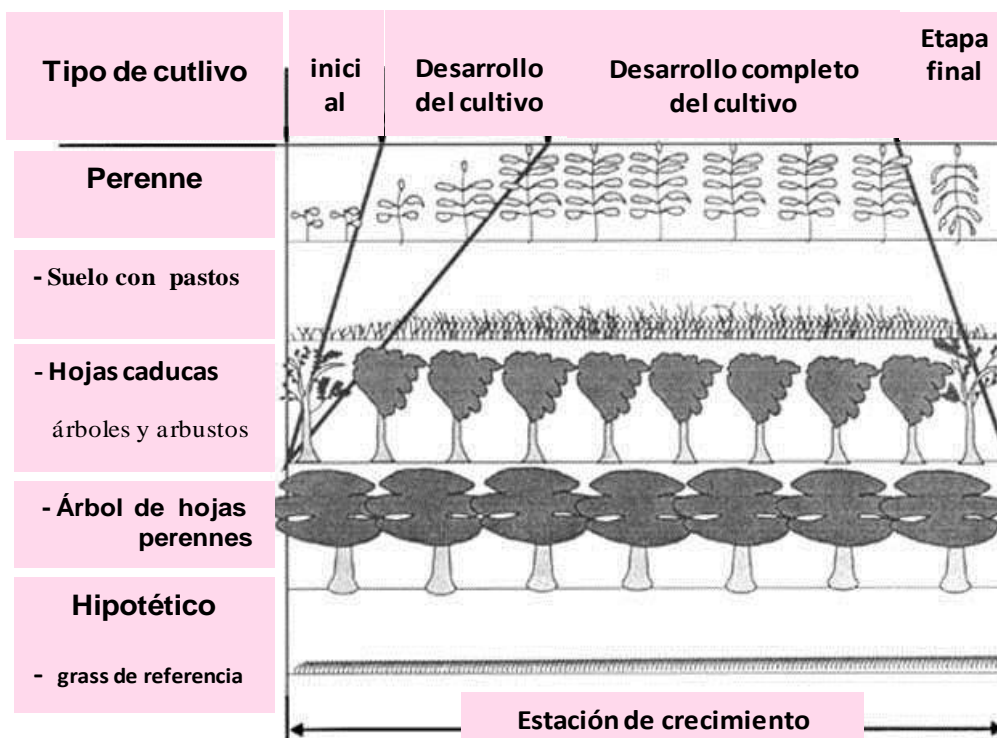
- Albedo (reflexión) de la superficie del cultivo-suelo. El albedo es afectado por la fracción de la tierra cubierta por la vegetación y por la humedad de la superficie del suelo. El albedo de la superficie del cultivo-suelo influye en la radiación neta de la superficie,  $R_n$ , que es la fuente primaria del intercambio de la energía para el proceso de la evaporación.
- Resistencia del pabellón (dosel). La resistencia del cultivo a la transferencia del vapor es afectada por el área de la hoja (número de estomas), edad y condición de la hoja, y el grado de control del estoma. La resistencia dosel influye en la resistencia superficial,  $rs$ .
- Evaporación del suelo, especialmente del suelo expuesto.

El  $k_c$  en la ecuación 3.48 predice  $ET_c$  bajo condiciones estándares. Esto representa la pérdida por evapotranspiración del cultivo y representa las condiciones donde no se pone ninguna limitación en el crecimiento del cultivo o evapotranspiración debido a la escasez del agua, densidad del cultivo, o enfermedad, mala hierba, insecto o las presiones de la salinidad.

El  $ET_c$  determinado por  $K_c$  se ajusta en caso de necesidad a las condiciones no estándar,  $ET_{c(adj)}$ , en donde cualquier condición ambiental o característica se sabe que tiene un impacto o limita a  $ET_c$ .

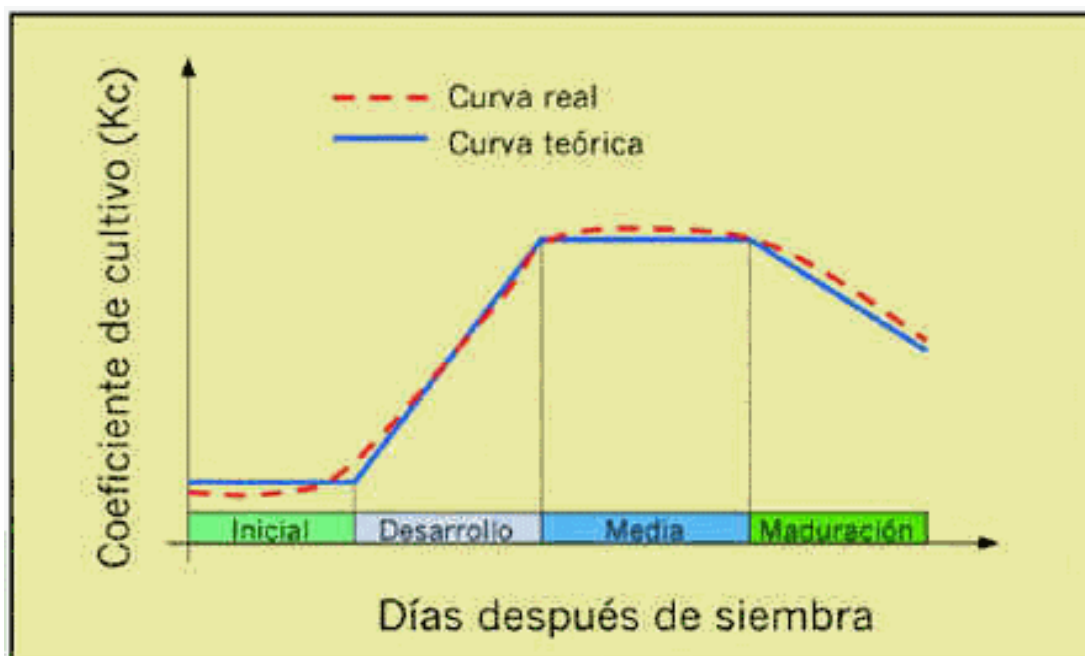
Los factores que influyen en la determinación del coeficiente de cultivo ( $K_c$ ), son: tipo de cultivo, clima, evaporación del suelo, etapas de crecimiento del cultivo (etapa inicial, desarrollo del cultivo, desarrollo completo del cultivo y etapa final, tal como puede verse en la **Figura 3.1.**)

Los valores de  $K_c$  aumentan a medida que lo hace la superficie foliar y la cobertura del suelo por parte del cultivo, alcanzando los valores máximos cuando la cobertura alcanza el 60-80%. A medida que el cultivo avanza en su ciclo fisiológico y empieza la senescencia foliar, los valores de  $K_c$  decrecen hasta alcanzar sus valores mínimos cuando apenas quedan hojas verdes (Itap, 2001), tal como se puede apreciar en la **Figura 3.2.**



**Figura 3.1. Etapas del crecimiento del cultivo para diversas especies.**

Fuente: Crop evapotranspiración – Guidelines for computing crop water requirements  
 Capítulo 5 “Introducción a la evapotranspiración de cultivo (ETc)”, FAO- 56



**Figura 3.2. Curva real y teórica del coeficiente de cultivo Kc**

Fuente: Elriego, 2001: Necesidades de agua en los cultivos

[http://www.elriego.com/dom/informa\\_tel/riego\\_agricola/fundamentos\\_riego/programacion\\_riegos/necesidades\\_agua.htm](http://www.elriego.com/dom/informa_tel/riego_agricola/fundamentos_riego/programacion_riegos/necesidades_agua.htm)

En función a estos factores, que influyen en la determinación del valor de  $K_c$ ; se han seleccionado para los diferentes tipos de cultivos que existen en la cuenca del Maraón, cuyos valores se presentan en la **Tabla 3.4**, habiéndose considerado las 3 etapas de desarrollo (**Figura 3.2**), lo que nos da una idea general sobre el consumo de agua en cada una de las etapas.

## E) Análisis del caudal y determinación de la escorrentía

### • Caudal

Para el aprovechamiento del recurso hídrico, es necesario conocer en un punto dado o en la salida de la cuenca, el caudal disponible a partir de las precipitaciones. El problema es aparentemente simple en su presentación, pero de una solución en muchos casos compleja, para ello se han ideado una serie de metodologías que van desde las más simples a las más complejas, como: isóneas de escorrentía, caudales específicos, generación por modelos de simulación precipitación – escorrentía, etc.

Para el período de análisis, en la vertiente se tiene información de caudales, en la estación HLG Borja (río Maraón), la misma que se ha tomado completada y consistenciada del estudio del “Atlas hidrológico del río Maraón (SENAMHI-DGH, 2012).

Para cuencas con características fisiográficas, cobertura vegetal y comportamiento hidrológico similar, se puede estimar el caudal específico en función de la siguiente expresión:

$$Q_x = \frac{A_x}{A_A} * Q_A \quad (3.52)$$

Dónde:

$$\begin{aligned} Q_x &= \text{Caudal a estimar en la cuenca X en } m^3/s \\ A_x &= \text{Área de la cuenca X en } Km^2 \\ Q_A &= \text{Caudal registrado en la cuenca A en } m^3/s \\ A_A &= \text{Área de la cuenca A en } m^2 \end{aligned}$$

Para el análisis y estimación de caudales en las subcuencas se ha tenido en cuenta la ecuación 3.53, la cual se considera como la más adecuada, ya que no solo relaciona área y caudal sino que también relaciona el aporte pluviométrico de las cuencas.

$$Q_x = \frac{(A_x * P_x) * Q}{A * P} \quad (3.53)$$



Dónde:

$Q_x$	=	Caudal a estimar subcuenca en $m^3/s$
$A_x$	=	Área de la subcuenca en $Km^2$
$P_x$	=	Precipitación espacial sobre la subcuenca en mm
$Q$	=	Caudal del río $m^3/s$ .
$A$	=	Área de la cuenca hasta la el punto hidrométrico
$P$	=	Precipitación espacial hasta el punto hidrométrico.

#### ▪ Escorrentía

Para el cálculo de la escorrentía anual (mm) en las subcuencas y cuenca total se utiliza la expresión matemática que relaciona el caudal y el área de drenaje.

Su fórmula es:

$$E = \frac{31,536 * Q}{A} \quad (3.54)$$

Dónde:

$E$	=	Escorrentía en mm
$Q$	=	Caudal en $m^3/s$
$A$	=	Área de drenaje $km^2$

#### F) Balance hídrico (BH)

El Balance Hídrico Superficial de la vertiente se realizaría por cuenca y por subcuencas, a una escala temporal mensual, para lo cual se utiliza la expresión simplificada (2.2), que relaciona las variables siguientes:

$P$	→	Precipitación en mm.,
$ET$	→	Evapotranspiración en mm.,
$Esc$	→	Representa la salida superficial de la cuenca o aportaciones de la Red Fluvial, en mm.,
$\Delta S$	→	Cambio de almacenamiento en mm.

Como el balance hídrico superficial se realizó a nivel mensual multianual, el término correspondiente al cambio de almacenamiento " $\Delta S$ " se considera que toma el valor de 0, debido a que la variabilidad del agua almacenada en la cuenca en períodos largos no experimenta cambios significativos.

Finalmente nuestra expresión algebraica quedo expresada por:

$$Esc_i = PP - ETc \quad (3.55)$$

- **BHS en áreas con control hidrométrico**

Para este caso se ha utilizado la siguiente expresión:

$$P = E + ETR + \delta \quad (3.56)$$

Dónde:

$P$	=	Precipitación media del período y área en mm
$E$	=	Escorrentía del período y área en mm
$ETR$	=	Evapotranspiración real media del período y área en mm
$\delta$	=	Término de discrepancia

- **BHS en áreas sin control hidrométrico**

El Balance hídrico en las áreas sin control hidrométrico es determinado mediante la siguiente ecuación.

$$E = P - ETR \quad (3.57)$$

## ***CAPÍTULO IV***

### ***RESULTADOS Y DISCUSIÓN***

## 4.1 RESULTADOS

### 4.1.1 Determinación de los principales parámetros fisiográficos

Los parámetros se obtuvieron en base a la metodología descrita en el punto 3.2 del Capítulo III, cuyos resultados de superficie, perímetro, coeficiente de compacidad, factor de forma y rectángulo equivalente de cada una de las cuencas se muestra en la **Tabla 4.1**, apreciándose que la unidad de mayor extensión es la del río Huallaga con el 31% del área total, le siguen en orden, la unidad de Alto Marañón (22%), Medio Alto Marañón (13%), Medio Bajo Marañón (11%), Tigre (12%), el área restante es ocupada por cuencas como: Pastaza, Medio Marañón, Cenepa y Bajo Marañón, en la **Figura 4.1**, se presenta los esquemas de rectángulo equivalente para los ríos más representativos de la región.

Los resultados de la Pendiente media del cauce ( $I_c$ ), en base a la ecuación 3.6 (Capítulo III), se presenta en la **Tabla 4.2**.

El rango de variación altitudinal de las unidades se muestra en la **Tabla 4.3**, donde se observa que la parte mas baja de la región se encuentra sobre los 80 msnm (Bajo Marañón) y la más alta sobre los 6 462 msnm (Alto Marañón).

Asimismo la pendiente media del curso principal ( $S$ ), de acuerdo al método de Taylor y Schwarz, se muestra en la **Tabla 4.4**, donde se observa que el curso con mayor pendiente es el río Cenepa 0,39%, seguido del Alto Marañón con 0,28% y el Medio Alto Marañón, con 0,03% es el de menor pendiente, asimismo en la **Figura 4.2**, se muestra el perfil longitudinal de lo cauces más importantes.

### 4.1.2 Análisis de la información meteorológica e hidrológica

#### A.) Análisis de la precipitación

La información base de esta variable, ha sido tomada del estudio del “**Balance hídrico superficial del Perú a nivel multianual, 2004**”. Los datos pluviométricos a nivel mensual, recopilados y automatizados, se procesaron con el fin de determinar su confiabilidad y consistencia, para lo cual se procedió a realizar los análisis siguientes:

##### ➤ Análisis de consistencia

Del análisis de doble masa realizado para cada una de las estaciones se ha obtenido los siguientes resultados:

El período común de información utilizado en el estudio comprendió desde 1969 hasta 2010, abarcando un total de 42 años.

De las estaciones seleccionadas y en función del comportamiento pluviométrico y a su cercanía se ha seleccionado 28 grupos de estaciones para el análisis de doble masa, los cuales se muestran en la **Tabla 4.5**.

En el análisis preliminar de doble masa por grupos, permitió determinar la estación patrón, las que se detallan a continuación:

Grupo N°1:	estación CO Santa Clotilde	ver Figura 4.3
Grupo N°2:	estación CO Caballococha	ver Figura 4.4
Grupo N°3:	estación CO Sta. Rita Castilla	ver Figura 4.5
Grupo N°4:	estación PLU Bagazán	ver Figura 4.6
Grupo N°5:	estación CO San Ramón	ver Figura 4.7
Grupo N°6:	estación CO Bagua Chica	ver Figura 4.8
Grupo N°7:	estación CO Imacita	ver Figura 4.9
Grupo N°8:	estación CO Jaen	ver Figura 4.10
Grupo N°9:	estación CO Shumba Alta	ver Figura 4.11
Grupo N°10:	estación CO Rioja	ver Figura 4.12
Grupo N°11:	estación PLU Tabalosos	ver Figura 4.13
Grupo N°12:	estación Plu Pullana	ver Figura 4.14
Grupo N°13:	estación PLU Nuevo Lima	ver Figura 4.15
Grupo N°14:	estación CO Jamalca	ver Figura 4.16
Grupo N°15:	estación PLU San Juan de los Alisos	ver Figura 4.17
Grupo N°16:	estación CO Tabaconas	ver Figura 4.18
Grupo N°17:	estación Plu Porculla	ver Figura 4.19
Grupo N°18:	estación CO Cochabamba	ver Figura 4.20
Grupo N°19:	estación CO Chugur	ver Figura 4.21
Grupo N°20:	estación CO Bambamarca	ver Figura 4.22
Grupo N°21:	estación CO San Marcos	ver Figura 4.23
Grupo N°22:	estación PLU Mollepatá	ver Figura 4.24
Grupo N°23:	estación Plu Chancos	ver Figura 4.25
Grupo N°24:	estación PLU Chavín	ver Figura 4.26
Grupo N°25:	estación CO Oyón	ver Figura 4.27
Grupo N°26:	estación CP Tingo María	ver Figura 4.28
Grupo N°27:	estación CP Huánuco	ver Figura 4.29
Grupo N°28:	estación CO Cerro Pasco	ver Figura 4.30

Con las estaciones patrones de cada grupo, se realizaron los análisis de doble masa, obteniéndose para cada estación, los siguientes resultados:

#### **Análisis del G<sub>1</sub>**

En el período común evaluado (1969 – 1999), la información de este grupo, presenta buena consistencia, no siendo necesario corregir.

**Análisis del G<sub>2</sub>**

La información evaluada en el período común (1969 – 2010), presenta buena consistencia, no siendo necesario corregir.

**Análisis del G<sub>3</sub>**

La información evaluada en el período común (1969 – 2010), presenta buena consistencia, no siendo necesario corregir.

**Análisis del G<sub>4</sub>**

La información evaluada en el período común (1969 – 2005), presenta buena consistencia, no siendo necesario corregir.

**Análisis del G<sub>5</sub>**

La información del período (1969 – 1978) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>6</sub>**

La información del período (1996 – 2010) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>7</sub>**

La información del período común evaluado (2001 – 2010) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>8</sub>**

La información del período común (1969 – 1982) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>9</sub>**

La información del período común (1999 – 2010) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>10</sub>**

La información del período (1969 – 2010) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>11</sub>**

La información del período (1972 – 1987) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>12</sub>**

La información del período común (1969 – 1982) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>13</sub>**

La información del período común (1969 – 1981) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>14</sub>**

La información del periodo (1969 – 1976) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>15</sub>**

La información del período (1969 – 1995) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>16</sub>**

La información del período (1969 – 2010) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>17</sub>**

La información del período (1969 – 2010) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>18</sub>**

La información del período (1969 – 1984) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>19</sub>**

La información del período común (1969 – 1980) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>20</sub>**

La información del período común (1969 – 1997) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>21</sub>**

La información del período común (1997 – 2010) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>22</sub>**

La información del periodo común (1969 – 1983) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>23</sub>**

La información del período común (1969 – 1999) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.



**Análisis del G<sub>24</sub>**

La información del período común (1969 – 2000) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>25</sub>**

La información del período común (1996 – 2010) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>26</sub>**

La información del período común (1969 – 1978) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>27</sub>**

La información del período común (1969 – 1989) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

**Análisis del G<sub>28</sub>**

La información del período común (1969 – 1977) de las estaciones de este grupo, presenta una consistencia buena.

➤ **Completar y/o utilizar información para su extensión**

Debido a que algunas estaciones presentan su registro histórico incompleto (1969 – 2010), fue necesario realizar el completado de los datos faltantes mediante un análisis de correlación, obteniéndose lo siguiente:

**Análisis del G<sub>1</sub>**

Las **Figuras 4.314 al 4.38**, muestra los análisis de correlación entre la estación patrón y la estaciones a completar o extender (Güeppi, Pantoja, Arica, Bartra, Tnte. Lopez, Sgto. Puño, Siplin y Rimachi), donde se ha obtenido la expresiones algebraicas siguientes:

$$P_{Gueppi} = 0,6957 * P_{Sta.Clotilde} + 970,5$$

$$P_{Pantoja} = 0,591 * P_{Sta.Clotilde} + 131,96$$

$$P_{Arica} = 0,6038 * P_{Sta.Clotilde} + 610,68$$

$$P_{Bartra} = 0,6928 * P_{Sta.Clotilde} + 643,9$$

$$P_{Tnte\_Lopez} = 0,7796 * P_{Sta.Clotilde} - 479,74$$

$$P_{Sgto\_Puño} = 0,6945 * P_{Sta.Clotilde} + 220,04$$

$$P_{Soplin} = 0,6382 * P_{Sta.Clotilde} - 159,76$$

$$P_{Rimachi} = 0,4777 * P_{Sta.Clotilde} + 621,97$$

### Análisis del G<sub>2</sub>

Las Figuras 4.39 y 4.44, se muestran los análisis de correlación entre la estación patrón y las estaciones a completar (Puerto Arturo, Corbata, Curaray, Puerto Alegria, San Fernando, Chimbote), donde se ha obtenido las expresiones algebraicas siguientes:

$$P_{Puerto\_Arturo} = 0,8554 * P_{Caballococha} + 390,81$$

$$P_{Corbata} = 1,3706 * P_{Caballococha} - 932,6$$

$$P_{Curaray} = 1,2351 * P_{Sta.Clotilde} - 41,389$$

$$P_{Puerto\_Alegria} = 1,0069 * P_{Sta.Clotilde} - 195,03$$

$$P_{San\_Fernando} = 1,0815 * P_{Sta.Clotilde} - 1569,40$$

$$P_{Chimbote} = 1,1007 * P_{Sta.Clotilde} - 216,0$$

### Análisis del G<sub>3</sub>

Las Figuras 4.45 y 4.46, muestran el análisis de correlación entre la estación patrón y las estaciones a completar (Sargento Lores y Silvia Merino), donde se ha obtenido las expresiones algebraicas siguientes:

$$P_{Sgto\_Lores} = 1,151 * P_{Sta.Rita\_Castilla} - 1368,9$$

$$P_{Silvia\_Merino} = 0,9284 * P_{Sta.Rita\_Castilla} - 663,75$$

### Análisis del G<sub>4</sub>

La Figura 4.47, muestra el análisis de correlación entre la estación patrón y la estación a completar o extender La Pedrera, donde se ha obtenido la expresión algebraica siguiente:

$$P_{La.Pedra} = 0,8671 * P_{Bagazan} + 156,34$$

### Análisis del G<sub>5</sub>

Las Figuras del 4.48 al 4.50 muestran el análisis de correlación entre la estación patrón y las estaciones a completar (Yurimaguas, Lagunas y Sta, Cruz), donde se ha obtenido las expresiones algebraicas siguientes:

$$P_{Yurimaguas} = 0,9602 * P_{San.Ramon} + 518,13$$

$$P_{Lagunas} = 0,9321 * P_{San.Ramon} - 1322,4$$

$$P_{Sta.Cruz} = 1,0878 * P_{Sa.Ramon} - 29,694$$

### Análisis del G<sub>6</sub>

Las Figuras 4.51 al 4.53, muestran el análisis de correlación entre la estación patrón y las estaciones a completar (Shumba Alta. Aramango y El Pntor), donde se ha obtenido las expresiones algebraicas siguientes:

$$P_{Shumba:Alta} = 1,2682 * P_{Bagua.Chicas} + 205,32$$

$$P_{Aramango} = 2,589 * P_{Bagua.Chicas} + 112,34$$

$$P_{Pintor} = 1,0392 * P_{Bagua.Chicas} - 30,425$$

### Análisis del G<sub>7</sub>

Las Figuras 4.54 al 4.55, se muestran el análisis de correlación entre la estación patrón y las estaciones a completar (Chiriaco y Sta. Maria Nieva), donde se ha obtenido las expresiones algebraicas siguientes:

$$P_{Chiriaco} = 0,854 * P_{Imacita} - 265,74$$

$$P_{Sta.Maria.Nieva} = 1,0405 * P_{Imacita} - 2304$$

### Análisis del G<sub>8</sub>

Las Figuras 4.56 al 4.58, se muestran el análisis de correlación entre la estación patrón y la estación a completar (Cascarrilla, Chontali y Pimpingos), donde se ha obtenido la expresión algebraica siguiente:

$$P_{\text{Cascarrilla}} = 2,5551 * P_{\text{Jaen}} + 1034,3$$

$$P_{\text{Chontali}} = 1,2901 * P_{\text{Jaen}} + 48,359$$

$$P_{\text{Pimpingos}} = 0,6459 P_{\text{Jaen}} - 141,45$$

### Análisis del G<sub>9</sub>

Las Figuras 4.59 al 4.61, se muestran el análisis de correlación entre la estación patrón y la estación a completar (Namballe, San Ignacio, y Chirinos), donde se ha obtenido la expresión algebraica siguiente:

### Análisis del G<sub>10</sub>

Para el período de análisis (1969 – 2010), las estaciones de este grupo cuentan con información completa y consistente.

### Análisis del G<sub>11</sub>

Para el período de análisis (1969 – 2010), las estaciones de este grupo cuentan con información completa y consistente.

### Análisis del G<sub>12</sub>

La Figura 4.62, muestra el análisis de correlación entre la estación patrón y la estación a completar o extender Tingo de Ponaza, donde se ha obtenido la expresión algebraica siguiente:

$$P_{\text{Tingo\_Ponaza}} = 1,0777 * P_{\text{Pillhuana}} + 57,332$$

### Análisis del G<sub>13</sub>

Las Figuras 4.63, 4.64 y 4.65, muestran el análisis de correlación entre la estación patrón y las estaciones a completar o extender (Bellavista, Dos de Mayo y Shepte), donde se ha obtenido las expresiones algebraicas siguientes:

$$P_{\text{Bellavista}} = 0,5378 * P_{\text{Nuevo.Lima}} + 790,1$$

$$P_{\text{Dos.Mayo}} = 0,811 * P_{\text{Nuevo.Lima}} + 689,28$$

$$P_{Shepe} = 1,2798 P_{Nuevo.Lima} - 323,75$$

### Análisis del G<sub>14</sub>

Las **Figuras 4.66 al 4.68**, muestra el análisis de correlación entre la estación patrón y la estación a completar o extender (Leimebamba, Chachapoyas y Machungal), donde se ha obtenido las expresiones algebraicas siguientes:

$$P_{Leimebamba} = 1,3399 * P_{Jamalca} + 528,4$$

$$P_{Chachapoyas} = 0,9807 * P_{Jamalca} - 141,2$$

$$P_{Machungal} = 0,6195 * P_{Jamalca}$$

### Análisis del G<sub>15</sub>

La **Figura 4.69**, muestra el análisis de correlación entre la estación patrón y la estación a completar o extender (Talaneo), donde se ha obtenido la expresión algebraica siguiente:

$$P_{Talaneo} = 0,4621 * P_{SanJuanAlisos} - 981,07$$

### Análisis del G<sub>16</sub>

Para el período de análisis (1969 – 2010), las estaciones de este grupo cuentan con información completa y consistente.

### Análisis del G<sub>17</sub>

Para el período de análisis (1969 – 2010), las estaciones de este grupo cuentan con información completa y consistente.

### Análisis del G<sub>18</sub>

Para el período de análisis (1969 – 2010), las estaciones de este grupo cuentan con información completa y consistente.

### Análisis del G<sub>19</sub>

Las **Figuras 4.70 al 4.72**, muestra el análisis de correlación entre la estación patrón y las estaciones a completar o extender (Chota, Tacabamba

y Chotano Lajas), donde se ha obtenido las expresiones algebraicas siguientes:

$$P_{Chota} = 0,6891 * P_{Chugur} + 582,27$$

$$P_{Tocabamba} = 0,8245 * P_{Chugur} + 1136,5$$

$$P_{Chotano.Lajas} = 0,5773 * P_{Chugur} - 191,67$$

### Análisis del G<sub>20</sub>

Las Figuras 4.73 al 4.74, muestra el análisis de correlación entre la estación patrón y la estación a completar o extender (San Juan de Lacamarca y La Llica), donde se ha obtenido las expresiones algebraicas siguientes:

$$P_{San.Juan.Lacamarca} = 1,2888 * P_{Bambamarca} - 258,08$$

$$P_{La.Llica} = 1,2327 * P_{Bambamarca} + 45,05$$

### Análisis del G<sub>21</sub>

Las Figuras 4.75 al 4.77, muestran el análisis de correlación entre la estación patrón y la estación a completar o extender (Celendin, Sindor Matara y Encañada), donde se ha obtenido las expresiones algebraicas siguientes:

$$P_{Celendin} = 1,2507 * P_{San.Marcos} - 29,462$$

$$P_{Sindor.Matara} = 1,321 * P_{San.Marcos} + 169,81$$

$$P_{Encañada} = 1,1683 * P_{San.Marcos} + 5,1588$$

### Análisis del G<sub>22</sub>

Las Figuras 4.78 al 4.79, muestran el análisis de correlación entre la estación patrón y la estación a completar o extender (Tayabamba y Cajas), donde se ha obtenido las expresiones algebraicas siguientes:

$$P_{Tayabamba} = 1,3583 * P_{Mollepata} - 953,59$$

$$P_{Cajas} = 1,7349 * P_{Mollepata} + 629,74$$

### Análisis del G<sub>23</sub>

Las **Figuras 4.80 al 4.81**, muestran el análisis de correlación entre la estación patrón y la estación a completar o extender (Llanganuco y Parón) donde se ha obtenido las expresiones algebraicas siguientes:

$$P_{Llanganuco} = 0,8065 * P_{Sihuas} + 70,973$$

$$P_{Paron} = 0,9382 * P_{Sihuas} + 536,73$$

### Análisis del G<sub>24</sub>

La **Figura 4.82**, muestra el análisis de correlación entre la estación patrón y la estación a completar o extender (Cahuish), donde se ha obtenido la expresión algebraica siguiente:

$$P_{Cahuish} = 1,2118 * P_{Chavin} - 505,96$$

### Análisis del G<sub>25</sub>

La **Figura 4.83**, muestra el análisis de correlación entre la estación patrón y la estación a completar o extender (Cahuish), donde se ha obtenido la expresión algebraica siguiente:

$$P_{Lag\_Cochaquillo} = 1,7004 * P_{Oyon} - 462,18$$

### Análisis del G<sub>26</sub>

Las **Figuras 4.84 al 4.86**, muestran el análisis de correlación entre la estación patrón y la estación a completar o extender (La Divisoria, Maromal y Uchiza), donde se ha obtenido las expresiones algebraicas siguientes:

$$P_{La\_Divisoria} = 0,8235 * P_{Tingo\_Maria} + 1300,6$$

$$P_{El\_Maromal} = 0,6213 * P_{Tingo\_Maria} - 348,95$$

$$P_{Uchiza} = 1,0636 * P_{Tingo\_Maria} - 14,878$$

### Análisis del G<sub>27</sub>

Las **Figuras 4.87 al 4.89**, muestran el análisis de correlación entre la estación patrón y la estación a completar o extender (Ambo Idma, Canchan



y Jacas Chico), donde se ha obtenido las expresiones algebraicas siguientes:

$$P_{Ambo\_Idma} = 1,2104 * P_{Huanuco} + 234,49$$

$$P_{Canchan} = 1,0778 * P_{Huanuco} + 192,06$$

$$P_{Jacas\_Chico} = 2,3286 * P_{Huanuco} - 56,932$$

### Análisis del G<sub>28</sub>

Las Figuras 4.90 al 4.92, muestran el análisis de correlación entre la estación patrón y la estación a completar o extender (San Rafael, Atacocha y Huariaca), donde se ha obtenido las expresiones algebraicas siguientes:

$$P_{San\_Rafael} = 0,6022 * P_{Cerro\_Pasco} - 164,98$$

$$P_{Atacocha} = 0,7926 * P_{Cerro\_Pasco} - 856,29$$

$$P_{Huariaca} = 0,6719 * P_{Cerro\_Pasco} + 652,21$$

- **Estimación de la precipitación media areal**

Con el Software Hydracces se generó cuadrículas o el grillado se realizó en cuadrículas cada 5 km por lado, generándose 12 268 intersecciones o puntos llamados también estaciones virtuales (**Mapa Grillado**), donde se ha generado información, por los métodos de Thiessen, Inverso a la Distancia y Kriging y, cuyo valor en el punto (estación virtual) es el promedio de los valores obtenidos por los métodos mencionados.

En la **Tabla 4.6**, se muestra los resultados de las precipitaciones areales mensuales, asimismo en los mapas Pmed del 01 al 13 se muestra la distribución espacial de las precipitaciones en toda la cuenca de estudio.

### **B) Análisis de temperatura**

El análisis de consistencia de la información de temperatura no fue necesario realizarlo en vista que la variabilidad espacial y temporal de esta variable se mantiene en el área de estudio, tal como se puede observar en las **Figuras 4.93 y 4.94**, donde se aprecia que el comportamiento de la temperatura máxima y mínima es uniforme y homogéneo.

Las variables climatológicas, por lo general no presentan variaciones considerables a través del tiempo; sin embargo, para uniformizar la serie de datos de cada una de las estaciones; se realizó un análisis de extensión de los datos de temperatura a nivel medio, máximo y mínimo.

En las **Figuras 4.95 al 4.128**, se presentan los resultados obtenidos de los análisis de correlación lineal de las temperaturas (mínimo y máximo) de los 18 grupos establecidos, observándose en cada una de ellas un ajuste significativo lo cual nos permitirá extender las series originales hasta el período considerado para el análisis (1969/2010), cuyas expresiones son:

- Temperaturas máximas ( $T_{m\acute{a}x}$ ):

### Análisis del G<sub>1</sub>

$$TMax_{Gueppi} = 0,96591 * TMax Re quena - 2,109$$

$$TMax_{Borja} = 0,9538 * TMax Re quena - 1,2349$$

$$TMax_{Caballococha} = 1,0056 * TMax Re quena - 2,6145$$

$$TMax_{Iquitos} = 1,0072 * TMax Re quena - 6,0926$$

$$TMax_{Iquitos} = 1,0072 * TMax Re quena - 6,0926$$

$$TMax_{Contamana} = 1,051 * TMax Re quena - 2,976$$

$$TMax_{Curaray} = 0,9809 * TMax Re quena - 1,4762$$

### Análisis del G<sub>2</sub>

$$TMax_{Juancito} = 1,0197 * TMax San.Ramon - 0,7167$$

$$TMax_{Yurimaguas} = 1,0246 * TMax San.Ramon - 1,8351$$

### Análisis del G<sub>3</sub>

$$TMax_{Imacita} = 0,9499 * TMax Bagua.Chica + 0,9473$$

$$TMax_{Aramango} = 0,9545 * TMax Bagua.Chica + 5,6604$$

$$TMax_{Chiriaco} = 0,9459 * TMax Bagua.Chica - 1,3601$$

$$TMax_{Sta.Maria_Nieva} = 0,9715 * TMax Bagua.Chica + 0,0721$$

**Análisis del G<sub>4</sub>**

$$TMax_{Chontali} = 0,7932 * TMaxJaen - 0,788$$

$$TMax_{Namballe} = 1,0055 * TMaxJaen - 0,1714$$

$$TMax_{Cascarilla} = 0,6533 * TMaxJaen + 1,3353$$

$$TMax_{San\_Ignacio} = 0,8615 * TMaxJaen - 1,1434$$

**Análisis del G<sub>5</sub>**

$$TMax_{Naranjillo} = 1,0163 * TMaxMoyobamba - 0,8463$$

$$TMax_{Chachapoyas} = 0,7069 * TMaxMoyobamba - 0,6265$$

**Análisis del G<sub>6</sub>**

$$TMax_{Lamas} = 0,8704 * TMaxPorvenir - 2,0008$$

$$TMax_{Pongo\_Caynachi} = 0,955 * TMaxPorvenir + 0,8215$$

$$TMax_{Tabalosos} = 0,93873 * TMaxPorvenir + 1,2043$$

$$TMax_{Tungo\_Ponaza} = 1,0022 * TMaxPorvenir + 1,8479$$

**Análisis del G<sub>7</sub>**

$$TMax_{Saposa} = 1,1236 * TMaxSauce - 2,5901$$

$$TMax_{Bellavista} = 1,1352 * TMaxSauce - 1,5663$$

$$TMax_{Union} = 1,1587 * TMaxSauce - 4,7357$$

$$TMax_{Dos\_Mayo} = 1,1349 * TMaxSauce - 2,2746$$

**Análisis del G<sub>8</sub>**

$$TMax_{Salala} = 0,6622 * TMaxHuancabamba + 1,1267$$

**Análisis del G<sub>9</sub>**

$$TMax_{Sallique} = 0,8972 * TMax.El.Limon + 2,534$$

### Análisis del G<sub>10</sub>

$$TMax_{Incahuasi} = 0,8005 * TMaxHuambos - 3,8701$$

$$TMax_{Cutervo} = 0,8934 * TMaxHuambos - 4,7013$$

### Análisis del G<sub>11</sub>

$$TMax_{Chota} = 1,1583 * TMaxBambamarca - 1,9579$$

$$TMax_{Tacobamba} = 1,2574 * TMaxBambamarca + 0,1656$$

### Análisis del G<sub>12</sub>

$$TMax_{Celendin} = 1,0497 * TMaxHuamachuco - 0,6129$$

$$TMax_{Cajabamba} = 1,2378 * TMaxHuamachuco - 2,7799$$

$$TMax_{Sondor_Matara} = 1,1119 * TMaxHuamachuco - 1,6605$$

$$TMax_{San_Marcos} = 1,3406 * TMaxHuamachuco + 0,0005$$

### Análisis del G<sub>13</sub>

$$TMax_{Conchucos} = 1,0254 * TMaxHuamachuco + 6,276$$

$$TMax_{Tayabamba} = 0,9601 * TMaxHuamachuco + 1,854$$

### Análisis del G<sub>14</sub>

$$TMax_{Canchan} = 0,9961 * TMaxHuanuco + 2,2088$$

$$TMax_{San.Rafael} = 0,8337 * TMaxHuanuco + 0,945$$

$$TMax_{JacasChico} = 0,4668 * TMaxHuanuco - 0,9214$$

$$TMax_{Cerro.Pasco} = 0,4015 * TMaxHuanuco + 1,2538$$

### Análisis del G<sub>15</sub>

$$TMax_{Llata} = 1,3733 * TMaxJacas.Chico - 1,1719$$

$$TMax_{Huallanca} = 1,285 * TMaxJacas.Chico - 0,6266$$

**Análisis del G<sub>16</sub>**

$$TMax_{Huraz} = 1,2829 * TMaxLlata - 0,8697$$

$$TMax_{Chavin} = 1,2236 * TMaxLlata + 2,4532$$

**Análisis del G<sub>17</sub>**

$$TMax_{Cajatambo} = 1,4882 * TMaxCerro.Pasco - 1,272$$

$$TMax_{Oyon} = 1,5472 * TMaxCerro.Pasco - 0,9246$$

**Análisis del G<sub>18</sub>**

$$TMax_{Uchiza} = 1,0212 * TMaxTingo.Maria + 0,4132$$

$$TMax_{LaMorada} = 1,0082 * TMaxTingo.Maria - 2,384$$

$$TMax_{Tocacha} = 1,031 * TMaxTingo.Maria - 2,0207$$

$$TMax_{Cachicoto} = 0,9704 * TMaxTingo.Maria - 1,9187$$

$$TMax_{Aucayacu} = 1,0214 * TMaxTingo.Maria - 1,1377$$

$$TMax_{Aguytia} = 1,0329 * TMaxTingo.Maria - 0,0344$$

$$TMax_{La.Divisoria} = 0,7458 * TMaxTingo.Maria + 2,868$$

$$TMax_{El.Maromal} = 1,0712 * TMaxTingo.Maria + 0,2671$$

- Temperaturas mínima (TT<sub>mín</sub>):

**Análisis del G<sub>1</sub>**

$$TMin_{Gueppi} = 0,9325 * TMin Re quena + 2,0115$$

$$TMin_{Borja} = 1,0515 * TMin Re quena - 4,8516$$

$$TMin_{Contamana} = 1,0611 * TMin Re quena - 7,5927$$

$$TMin_{Iquitos} = 1,0304 * TMin Re quena - 2,4333$$

$$TMin_{Barranca} = 0,9931 * TMin Re quena - 1,568$$

$$TMin_{Curaray} = 0,9703 * TMin Re quena - 1,568$$

### Análisis del G<sub>2</sub>

$$TMin_{Juancito} = 1,0535 * TMinSan.Ramon + 0,7022$$

$$TMin_{Yurimaguas} = 1,0627 * TMinSan.Ramon - 0,3744$$

### Análisis del G<sub>3</sub>

$$TMin_{ShumbaAlta} = 1,0154 * TMinBagua.Chica + 3,9218$$

$$TMin_{Jaen} = 0,9823 * TMinBagua.Chica - 2,9356$$

$$TMin_{Imacita} = 1,0135 * TMinBagua.Chica - 0,3895$$

$$TMin_{Aramango} = 0,8802 * TMinBagua.Chica + 7,4241$$

$$TMin_{Chiriaco} = 1,0153 * TMinBagua.Chica - 1,4101$$

$$TMin_{Sta.Maria_Nieva} = 1,0564 * TMinBagua.Chica + 0,4189$$

### Análisis del G<sub>4</sub>

$$TMin_{Chontali} = 0,6723 * TMinJaen + 1,789$$

$$TMin_{Namballe} = 0,8112 * TMinJaen + 5,1657$$

$$TMin_{Cascarilla} = 0,6406 * TMinJaen - 1,9263$$

### Análisis del G<sub>5</sub>

$$TMin_{Naranjillo} = 0,9841 * TMinMoyobamba + 0,1591$$

$$TMin_{Chachapoya} = 0,5527 * TMinMoyobamba + 0,5836$$

$$TMin_{Rioja} = 0,9903 * TMinMoyobamba - 0,5141$$

### Análisis del G<sub>6</sub>

$$TMin_{Lamas} = 0,9356 * TMinPorvenir + 0,1975$$

$$TMin_{Tarapoto} = 1,0043 * TMinPorvenir - 7,362$$

$$TMin_{Pongo_Caynachi} = 1,0396 * TMinPorvenir - 0,0168$$

$$TMin_{Sisa} = 0,9397 * TMinPorvenir - 5,0125$$

### Análisis del G<sub>7</sub>

$$TMin_{Saposoa} = 1,1353 * TMinSauce - 0,511$$

$$TMin_{Bellavista} = 1,1373 * TMinSauce - 0,511$$

$$TMin_{Union} = 1,0775 * TMinSauce - 4,8553$$

$$TMin_{Dos\_Mayo} = 1,0615 * TMinSauce - 1,5076$$

### Análisis del G<sub>8</sub>

$$TMin_{Salala} = 0,588 * TMinHuancabamba - 2,615$$

### Análisis del G<sub>9</sub>

$$TMin_{Sallique} = 0,785 * TMin.El.Limon - 1,2484$$

### Análisis del G<sub>10</sub>

$$TMin_{Incahuasi} = 0,5466 * TMinHuambos + 2,2161$$

$$TMin_{Cutervo} = 0,853 * TMinHuambos - 2,5379$$

### Análisis del G<sub>11</sub>

$$TMin_{Chota} = 1,0394 * TMinBambamarca - 4,5906$$

$$TMin_{Tacabamba} = 1,1266 * TMinBambamarca + 1,7766$$

### Análisis del G<sub>12</sub>

$$TMin_{Celendin} = 1,4177 * TMinHuamachuco + 1,3311$$

$$TMin_{Cajabamba} = 1,6158 * TMinHuamachuco - 4,1609$$

$$TMin_{Sondor\_Matara} = 0,9575 * TMinHuamachuco + 0,6965$$

### Análisis del G<sub>13</sub>

$$TMin_{Conchucos} = 1,0891 * TMinHuamachuco + 1,3801$$

$$TMin_{Tayabamba} = 1,112 * TMinHuamachuco + 2,3623$$

### Análisis del G<sub>14</sub>

$$TMin_{Canchan} = 0,9513 * TMinHuanuco - 3,8972$$

$$TMin_{San.Rafael} = 0,6916 * TMinHuanuco - 1,6794$$

$$TMin_{JacasChico} = 0,2946 * TMinHuanuco - 0,2861$$

$$TMin_{Ambo.Idm} = 0,8846 * TMinHuanuco + 2,9899$$

$$TMin_{Pozuzo} = 1,4069 * TMinHuanuco - 1,6945$$

$$TMin_{Huariaca} = 0,4882 * TMinHuanuco - 1,7011$$

### Análisis del G<sub>15</sub>

$$TMin_{Llata} = 0,6615 * TMinJacas.Chico + 1,3603$$

$$TMin_{Huallanca} = 1,0231 * TMinJacas.Chico + 0,4348$$

$$TMin_{Recuay} = 0,9894 * TMinJacas.Chico + 0,0842$$

$$TMin_{Huaraz} = 1,6696 * TMinJacas.Chico + 0,226$$

### Análisis del G<sub>16</sub>

$$TMin_{Jauja} = 11362 * TMinHuayao - 0,1076$$

$$TMin_{Abancay} = 2,2171 * TMinHuayao + 1,8765$$

$$TMin_{La.Oroya} = 0,2812 * TMinHuayao + 1,0971$$

$$TMin_{Yanahuanca} = 1,6952 * TMinHuayao - 2,1219$$

### Análisis del G<sub>17</sub>

$$TMin_{Cajatambo} = 0,6669 * TMinYanahuanca + 7,7581$$

$$TMin_{Oyon} = 0,5839 * TMinYanahuanca + 3,1434$$

### Análisis del G<sub>18</sub>

$$TMin_{Uchiza} = 0,9902 * TMinTingo.Maria - 1,4688$$



$$TMin_{LaMorada} = 1,0281 * TMinTingo.Maria - 0,1918$$

$$TMin_{Tocacahe} = 1,0443 * TMinTingo.Maria + 0,9886$$

$$TMin_{Cachicoto} = 0,7916 * TMinTingo.Maria + 1,7883$$

$$TMin_{Aucayacu} = 1,0249 * TMinTingo.Maria - 4,0732$$

$$TMin_{Aguytia} = 1,0349 * TMinTingo.Maria + 2,5455$$

Las temperaturas media (TTmed), en algunas de las estaciones con escasa información, se determinado con la expresión siguiente:

$$TT_{media} = \frac{(TT_{MAXIMA} + TT_{MINIMA})}{2} \quad (4.1)$$

Los resultados obtenidos mediante esta expresión fueron comparados con los datos de temperaturas medias registradas en algunas estaciones, no encontrándose diferencias significativas en los valores; razón por la cual se toma la expresión (4.1) como confiable y representativa para dicha variable.

Consistenciada, extendida, completada y generada la información de temperatura para cada una de las estaciones seleccionadas, se procedió a procesar dicha información con el software Hydracces.

- **A nivel mensual**

Variable que se procesa de forma similar que la variable precipitación. Con el Software Hydracces se generó el grillado en cuadrículas cada 5 km por lado, generándose 12 268 intersecciones (Mapa grillado), donde se realiza la generación de temperaturas mínimas, máximas y medias en los vértices de cada grilla.

Obtenida la información en cada punto de la grilla, se procede a elaborar los **Mapas Tmed 01 al 13, Tmin 01 al 13 y en Tmax 01 al 13**, donde se muestra la distribución espacial mensual de las temperaturas medias, mínimas y máximas en toda la cuenca de estudio, donde se observa lo siguiente:

**Temperatura Media:** el régimen de temperatura media en la cuenca se caracteriza por presentar valores que fluctúan entre 10,0 °C y 28,0 °C. Los mayores valores ocurren en la zona del Atlántico en las subcuencas de El Tigre, Pastaza, medio y bajo Huallaga, y los

menores valores se presentan en la subcuenca del Alto Marañón especialmente en zonas cercanas a la cordillera de los Andes, especialmente sobre la cordillera Blanca.

La temperatura promedio anual en la cuenca es de 20,6°C.

**Temperatura Máxima:** los **Mapas T<sub>máx</sub> del 01 al 13**, muestran la distribución espacial del régimen de temperaturas máximas multianual a nivel espacial, con valores que fluctúan entre 20,0°C y 34,0 °C.

La temperatura máxima promedio en la cuenca es de 24,8°C.

**Temperatura Mínima:** en la cuenca de estudio, el régimen de temperaturas mínimas multianual a nivel espacial fluctúa entre 2,0 °C y 20,0 °C.

La temperatura mínima promedio en la cuenca es de 13,4°C.

### C) Análisis de humedad relativa, viento y horas de sol

#### • Humedad relativa

De la información de humedad relativa seleccionada, procesada y analizada, se ha determinado que el régimen a nivel temporal y espacial; presenta un comportamiento variable en su distribución tal como se pudo observar en la **Figura 4.129**; sin embargo, dicha información es representativa y característica de la zona.

Las características de distribución espacial más resaltantes de la humedad relativa en la región en estudio se describen en los Mapas Hmed.

En los **Mapas HRmed 01 al 13**, se aprecia la distribución espacial de la humedad relativa (isohumas) medias multimensuales y media multianual respectivamente; estas representan un comportamiento variable y característico del período 1969 – 2010.

Los **Mapas HRmed 01 al 12**, corresponden a las isolíneas mensuales de Humedad relativa, cuya distribución espacial en la cuenca total del Marañón, varía de 63 a 90%; los valores más altos se presentan durante el intervalo de tiempo de Setiembre a Mayo del año siguiente y corresponden a un rango de menor amplitud que varían de 66 a 90%; y los valores más bajos de Humedad relativa se presentan durante el período Junio a Agosto y corresponden a un rango de mayor amplitud con valores que fluctúan de 63 a 90%. Cabe mencionar que durante todo

el año la zona de menor Humedad relativa es la unidad hidrológica del Alto Marañón V.

Los **Mapas HRmed 13**, corresponden a la humedad relativa media multianual esta se caracteriza por presentar un rango de amplitud de 74 a 83% en la cuenca en general. Los menores valores se presentan parcialmente en la cuenca del Cenepa, Santiago, Morona, Alto Marañón V y estos fluctúan de 69 a 74%. Los mayores valores se registran hacia la cuenca del Medio Bajo Marañón, Medio Bajo Huallaga y Bajo Marañón y estas varían de 83 a 89%.

- **Velocidad del viento**

El régimen eólico, presenta un comportamiento variable en su distribución temporal y espacial; tal como se observa en la **Figura 4.130**, donde se muestra las fluctuaciones de la velocidad de viento a nivel mensual, y en función a la ubicación de la estación; se aprecia diferentes comportamientos; hacia la subcuencas de Chamaya los mayores velocidades ocurren entre Julio y Agosto donde el valor promedio es de 3,5 m/s y, las menores entre Febrero y Abril con un valor medio de 2,5 m/s, siendo la media anual en esta area de 2,6 m/s; pero conforme nos acercamos a la cordillera norte (Huancabamba) los valores de descienden notablemente, donde la media anual no supera 1, 0 m/s. En las subcuencas de Chinchipe, Utcubamba, Alto Marañón I y III, entre Agosto y Setiembre ocurren los mayores valores con un valor medio de 1,50 m/s y, los menores valores ocurren entre Marzo y Abril con valor promedio de 1,02 m/s; en las susbcuencas de Chinchipe, Cenepa, Santiago y Morona, los valores mas altos se presentan en el período entre Agosto y Setiembre con un valor de 1,2 m/s y entre Marzo y Mayo se presentan los menores valores con un valor promedio de 1,0 m/s; y hacia Iquitos los valores máximos son en promedio del 1,2 m/s y ocurren entre Diciembre y Febrero de cada año y, los valores mínimos se dan entre Marzo y Junio con una media de 1,0 m/s; y hacia el medio y bajo Huallaga los valores máximos ocurren entre Agosto y Setiembre con un valor medio de 1,2 m/s y los mínimos se presentan de Marzo a Junio con un valor medio de 0,98 m/s y hacia el alto Huallaga los valores máximos se presentan entre Julio a Setiembre con valor promedio de 1,65 m/s y los valores mínimos ocurren entre Marzo y Mayo con un valor promedio de 1,5 m/s.

En la subcuenca del Alto Marañón los mayores valores se dan entre Julio y Agosto con una media de 1,5 m/s y los valores mínimos se presentan de Marzo a Mayo con una media de 1,6 m/s.

La información analizada es representativa de cada una de las zonas y por ende podemos decir que es homogénea, para el área de estudio planteado. Si bien es cierto, la geomorfología y relieve superficial de las cuencas no son del todo similares, se ha obtenido que la diferencia entre las fases consideradas no sea

significativa, por lo cual se presenta el análisis regional.

Con la información de velocidad de viento y con el apoyo del software Hydracess, se generó información en cada uno de los puntos de la grilla, seguidamente se realizó la interpolación y suavización en ArcGis, obteniéndose los **Mapas Vmed del 01 al 13**, que muestran la distribución de dicha variable a nivel espacial en la zona de estudio.

- **Horas de sol**

Del análisis realizado para esta variable, se ha determinado que la distribución de las horas de sol a nivel espacial y temporal, registra un comportamiento variable; caracterizándose por presentar en promedio, valores altos durante el intervalo de tiempo de Enero, Febrero y Marzo, para altitudes bajas; mientras que para mayores altitudes, el comportamiento es inverso, tal como se observa en la **Figura 4.131**

La información aquí analizada es representativa y homogénea de la zona en estudio caracterizando el régimen de horas de sol.

La caracterización de esta variable en la cuenca de estudio, se ha realizado en base al grillado de 5 x 5 km construido para analizar las variables de precipitación, en que, cada punto nos sirve para generar información con apoyo del Hydracess, luego se procede a la interpolación de dichos valores, para luego elaborar los **Mapas de Hsmed 01 al 13**.

La variable horas de sol, se caracterizan por presentar una distribución espacial con fluctuaciones de 90 a 240 hrs/mes a nivel de la cuenca total. Cabe mencionar que durante Junio a Agosto presentan valores de 120 a 240 hrs/mes y son los de mayor amplitud, durante Setiembre a Mayo del año siguiente estos varían de 100 a 220 hrs/mes. En general el comportamiento de las horas de sol es muy variable en toda la cuenca del Marañón.

Los **Mapas HSmed 13**, corresponden a las isolíneas medias multianuales de la variable horas de sol, estas presentan módulos totales anuales acumulados de 1600 a 2200 hrs/año respectivamente, y los valores mas altos se presentan en la cuenca Chamaya (hacia el límite con los Andes).

#### **D) Determinación de la evaporación**

La información de evaporación de tanque recopilada y analizada a nivel regional, ha permitido caracterizar el comportamiento de la pérdida de agua desde superficies libres tales como: lagos, embalses, superficie de suelo, río, superficies de las hojas de los árboles, etc.

El régimen de evaporación de agua, para la zona de estudio registra un comportamiento variable en la distribución espacial y temporal, tal como se puede apreciar en la **Figura 4.132**.

La espacialización a escala mensual y anual de la variable evaporación se ha realizado en base a la metodología descrita líneas arriba, asimismo, es importante destacar que la elaboración y la representación final de los mapas temáticos de evaporación (EvaMed); se obtienen a partir de un número limitado de información observada, por tanto las isolíneas representan comportamientos espaciales medios ya que provienen una interpolación.

A continuación se describe las características de distribución espacial más resaltantes de la evaporación a través de la descripción de los mapas **EVAmEd**.

En los Mapas **EVA med** del **01** al **13**, se aprecia la distribución espacial de la variable evaporación mensual de enero a diciembre y a escala anual respectivamente, que caracterizan a la cuenca del río Marañón y representan al período 1969 - 2010.

Los **Mapas EVA med 01** al **12**, corresponden a las isolíneas de evaporación para cada uno de los doce meses del año, en promedio presentan valores que fluctúan de 30 mm/mes a 120 mm/mes y se caracterizan por ser muy dispersos a nivel espacial, en toda la cuenca. Cabe resaltar que los valores altos se presentan en la cuenca del Biavo y Medio Bajo Huallaga principalmente durante Setiembre a Mayo con fluctuaciones de 100 a 120 mm/mes, y valores bajos se presentan en la cuenca Alto Marañón IV y parcialmente en la cuenca Alto Marañón presentando fluctuaciones de 50 a 80 mm/mes.

El **Mapa EVA med 13**, muestra el comportamiento espacial de la variable evaporación a escala anual, el cual se caracteriza por presentar valores fluctuantes de 700 a 1300 mm/año en toda la cuenca del Marañón.

Cabe mencionar que en gran parte de la cuenca que corresponde a las zonas de Chinchipe, Cenepa, Santiago, Morona, Pastaza, Tigre, Bajo Huallaga, Medio Bajo Huallaga, Bajo Huallaga y Medio Bajo Marañón, predominan valores de 1100 a 1200 mm.

## **E) Determinación de la evapotranspiración**

Para la determinación de la evapotranspiración potencial y real, se utilizó el método de Penman-Monteith, el cual a dado muy buenos resultados en los Balances Hídricos Superficiales desarrollados para las cuencas de las Unidades Hidrográficas del Pacífico y del Titicaca.

## ▪ FAO – PMOND1

Macro desarrollada por la FAO, para la determinación de los valores de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>), en función de la ecuación de Penman – Monteith, la cual es recomendada como la más representativa para la determinación de esta variable, por reunir en su expresión matemática las principales variables que directamente influyen en la pérdida de agua hacia la atmósfera.

Los resultados obtenidos de la aplicación de esta macro a cada una de las estaciones seleccionadas, se presenta en la **Tabla 4.9**, donde se puede observar que la E<sub>to</sub> varía entre 870 mm/año y 1690 mm/año, asimismo no parece existir una relación directa entre la ET<sub>o</sub> y la Altitud, asimismo en la **Figura 4.133**, se muestra el comportamiento mensual de cada una de las estaciones, donde se observa que esta variable presenta dos comportamientos, uno de ellos se presenta entre Setiembre – Enero, donde ocurren los mayores valores, los que oscilan entre 105,3 mm/mes a 115,2,0 mm/mes, con una media de 109,3 mm/mes y, entre Abril – Junio, se presentan los menores valores, que varían entre 60,0 mm/mes y 134,3 mm/mes, con un valor promedio de 89,9 mm/mes.

Como una manera de comprobar los resultados obtenidos mediante la aplicación de la macro antes descrita, se aplicó el programa desarrollado por la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), IIDS (Institute of Irrigation and Development Studies), Khaled El – Askari y NWRC (National Water Research Center) y que lleva por nombre CropWat.

Dicho software, utiliza el método de FAO (1992) Penman-Monteith para calcular la evapotranspiración de referencia, utilizando la metodología de Penman-Monteith la cual fue descrita en el Capítulo 3 y que también es utilizado en las versiones 5,7 y 7,0 de CROPWAT.

El programa fue aplicado a cada una de las estaciones, cuyos resultados se pueden apreciar en las **Tablas 4.10 a 4.88**, que fueron corroborados con los cálculos realizados mediante la macro.

Fernández et al, 2001, en el trabajo de investigación sobre las necesidades de agua de los cultivos bajo invernadero, cuantificó las pérdidas y requerimiento de agua de los cultivos mediante tres métodos: Medida del contenido de agua en el suelo, Medida del estado hídrico de la planta y Medida de parámetros climáticos, utilizando en cada uno de los casos instrumentos calibrados; así como también, mediante expresiones matemáticas desarrolladas: Penman – FAO, Radiación – FAO, Hargreaves y FAO-Tanque, obteniendo como resultado la **Figura 4.134**, donde se aprecia que el método que mejor se

ajusta al comportamiento real de la evapotranspiración es el de Penman – FAO (Monteith), que estaría corroborando los resultados obtenidos para la zona de estudio.

- **A nivel mensual**

Esta variable se procesa y analiza de manera similar que las mencionadas anteriormente. Con el Hydracces se ha construido una grilla de 5 Km por lado, generándose 12 268 intersecciones (Mapa grillado), donde se realiza la generación de la Eto, en cada una de las intersecciones por los métodos de Inverso a la distancia, Thiessen y Kriging, donde el promedio de dichos métodos, es el valor de la Eto en dicho punto, este proceso se realizó para cada mes y para el valor anual.

Determinados los valores de la ETo, en cada punto de la grilla, se elaboró los **Mapas de ETo 01 al ETo 13**, donde se muestra el comportamiento mensual y anual de esta variable en la cuenca en estudio. De la **Tabla 4.9**, se observa que los valores extremos oscilan entre 59,8 mm/mes y 167,7 mm/mes, presentando los valores mínimos en invierno (Junio o Julio) y los máximos en el período Setiembre - Marzo, de cada año respectivamente.

El valor medio anual de la evapotranspiración de referencia (ETo) en toda la vertiente es de 1 208,1 mm/año

- **Kc**

El segundo paso es conocer la evapotranspiración del cultivo, para lo cual se analizó y determinó el valor de Kc más representativo para cada una de las zonas caracterizada por la estación meteorológica seleccionada.

En la **Tabla 3.4**, se presentan los valores promedio de Kc para cada, el cual esta en función del tipo de cultivo y estado fenológico.

Las características de distribución espacial más resaltantes del coeficiente de cultivo en la cuenca del río Marañón a escala mensual y anual se pueden visualizar en los Mapas KC.

Los **Mapas Kc 01 al 12**, muestran los coeficientes de cultivos espacializados para cada uno de los meses del año respectivamente, los cuales se caracterizan por presentar una distribución muy dispersa y fluctuante de 0.1 a 1.2 mm/mes.



En general durante los doce meses del año, la zonas de Chamaya (al nor oeste), Alto Maraón IV y Alto Maraón V son las regiones que presentan menores valores de  $k_c$  que varían de 0.1 a 0.8. Y el resto del área de estudio presentan una  $k_c$  que varia de 0.8 a 1.2. El período de mayo a agosto presenta mayor amplitud o variabilidad presentando  $k_c$  que varían de 0.1 a 1.1.

Los **Mapas Kc 13**, corresponden a las isolíneas medias multianuales del coeficiente de cultivo, y se caracteriza por presentar una distribución muy dispersa con módulos que fluctúan de 0.4 a 1.1, registrándose los menores valores en la cuenca Alto Maraón V, Alto Maraón IV y Chamaya, zonas limítrofes con los Andes. Asimismo el resto de la cuenca del Maraón presenta los mayores valores que varían de 0.8 a 1.1.

Con los valores promedio del  $K_c$  y con la **ecuación 3.52** se obtiene la Evapotranspiración de cultivo (Etc) para cada una de las estaciones a nivel mensual.

- **Estimación de la evapotranspiración areal**

Con los valores obtenidos de  $E_{To}$  y  $K_c$  para cada estación se calcularon los valores de  $E_{Tc}$  a nivel mensual y, con el apoyo del Hydraccess se estimó la  $E_{Tc}$  para cada punto de la grilla (12 268 intersecciones). Valores con los cuales se realizó la interpolación y elaboró los **Mapas  $E_{Tc}$  01 al 13**, donde se muestra la variación espacial de esta variable.

Con la ayuda del SIG, se determinó las áreas entre isolíneas de evapotranspiración, obteniéndose los valores medios areales.

En esta región la  $E_{Tc}$  presenta dos ciclos o períodos diferenciado, alcanzando sus mayores valores en el periodo Setiembre – Abril con un valor medio de 91,5 mm/mes y, los menores valores se presentan entre Mayo y Agosto con un valor medio de 75,1 mm/mes, siendo Junio donde ocurren los menores valores del año.

La subcuenca del Alto Maraón se presenta los mayores valores de esta variable, con un valor promedio de 69,1 mm/mes y en la cuenca del Pastaza ocurren los mayores valores con un valor promedio de 93,0 mm/mes. A nivel medio mensual la  $E_{Tc}$  oscila entre 49,9 mm/mes y 106,5 mm/mes.

En la **Tabla 4.89**, se muestra los resultados del análisis areal de la evapotranspiración media mensual.



## F) Estimación del caudal y escorrentía

En la zona de estudio se tiene información de caudales de las estaciones HLG Borja, la cual ha sido tomada completa y consistenciada del estudio “Atlas Hidrológico de la cuenca del río Marañón (Senamhi – DGH, 2012).

En la **Figura 4.135**, se muestra el análisis de doble masa para la estación Borja la que se ha realizado con información de la estación Thamisillacu, cuyos módulos multianuales son:

$$\overline{Q_{Borja}} = 5008,7m^3 / s$$

$$\overline{Q_{Thamisillacu}} = 29578,0m^3 / s$$

En la **Figura 4.136**, se muestra las variaciones de los caudales mensuales en la estación HLM Borja, asimismo los caudales medios mensuales de las subcuencas, se determinaron en base a la ecuación 3.52 y a la información de caudales mensuales de la estación Borja, cuyos valores se muestran en la **Tabla 4.90**.

- **Escorrentía**

Con los valores de caudales se ha determinado la escorrentía para el área de estudio, cuyos valores se muestran en la **Tabla 4.91**.

### 4.1.3 Determinación del Balance Hídrico (BHS)

La disponibilidad de agua en el suelo es un factor mucho más importante en el medio que la precipitación en si misma, pues gran parte de ella se pierde de diferentes maneras y de forma no aprovechable.

Para determinar el balance hídrico en la cuenca de estudio, se utilizará la ecuación matemática 3.56 que relaciona las variables de precipitación, evapotranspiración y escurrimiento superficial.

- **BHS en áreas sin control hidrométrico**

El Balance Hídrico Superficial en las áreas sin control hidrométrico es determinada mediante la siguiente ecuación.

$$E = P - ETR$$

Reemplazando valores, de precipitación y evapotranspiración, obtenemos el escurrimiento medio areal en las subcuencas y cuencas de la vertiente, tal como se muestra en la **Tabla 4.92**, asimismo en los **Mapas Esc 01 al 12**, se presenta el comportamiento y distribución del escurrimiento superficial.

### ❖ Cuenca del Alto Marañón

Parte de la cuenca que comprende la zona de montaña, presenta dos períodos, uno que ocurre entre Octubre – Mayo, donde el superávit promedio mensual es de 36,1 mm/mes y el otro deficitario que ocurre entre junio – setiembre de cada año, con un déficit promedio mensual es de -15,5 mm/mes. El comportamiento y distribución del escurrimiento medio areal se presenta en los **Mapas Esc 01 al 12**.

A nivel anual se registra un superávit acumulado de:

$$Esc_{Alto\_Marañon} = 226,7mm$$

### ❖ Cuenca del Bajo Marañón

Zona que presenta un comportamiento de superávit durante todo el año, donde el exceso de agua promedio mensual de 194,5 mm/mes y, el mayor valor se presenta en el Marzo con 242,5 mm/mes y el menor se da en Agosto con 141,5 mm/mes.

A nivel anual existe un superávit acumulado de:

$$Esc_{Bajo\_Marañon} = 1271,7mm$$

### ❖ Cuenca Cenepa

Esta cuenca presenta un régimen hidrológico similar a la del Bajo Marañón, es decir con un superávit promedio de 192,6 mm/mes, registrando los valores extremos en Marzo con 251,9 mm/mes y Agosto con 158,6 mm/mes.

A nivel anual el superávit acumulado es de:

$$Esc_{Cenepa} = -1253,6$$

### ❖ Cuenca del Huallaga

Cuenca que presenta un comportamiento de superávit durante todo el año, con un exceso promedio mensual de 76,5 mm/mes; los valores extremos se presentan entre Marzo y Agosto con valores de 124,3 mm/mes y 2,8 mm/mes, respectivamente.

A nivel anual se presenta un superávit acumulado de:

$$Esc_{.Huallaga} = 710,9mm$$

#### ❖ Cuenca del Medio Alto Marañón

Cuenca que recoge los aportes de ríos provenientes del Ecuador, presenta un régimen hidrológico con excesos de agua durante todo el año, con valor promedio mensual de 93,7 mm/mes. Los valores extremos se presentan entre Marzo y Setiembre con valores de 138,2 mm/mes y 46,6 mm/mes, respectivamente.

A nivel anual se presenta un exceso de agua acumulado de:

$$Esc_{.Medio\_Alto\_Marañon} = 1124,5mm$$

#### ❖ Cuenca del Medio Bajo Marañón

Cuenca que se encuentra en la provincia de Loreto y sobre los distritos de Condordia y Parinari, en el balance presenta exceso de agua durante todo el año, con un valor promedio de 81,2 mm/mes. Los valores extremos se presentan en el intervalo de Marzo a Agosto, con valores de 131,7 mm/mes y 27,8 mm/mes, respectivamente.

A nivel anual presenta un superávit acumulado de:

$$Esc_{.Medio\_Bajo\_Marañon} = 974,8mm$$

#### ❖ Cuenca del Medio Marañón

Cuenca ubicada aguas abajo del Medio Alto Marañón y aguas arriba del Medio Bajo Marañón; en el balance presenta exceso de agua durante todo el año, con un valor promedio de 70,0 mm/mes. Los valores extremos se presentan en el intervalo de Marzo a Agosto, con valores de 116,6 mm/mes y 15,1 mm/mes, respectivamente.

A nivel anual presenta un superávit acumulado de:

$$Esc_{.Medio\_Marañon} = 839,8mm$$

#### ❖ Cuenca del Pastaza

Cuenca que recibe aportes del lado Ecuatoriano, en el balance presenta exceso de agua durante todo el año, con un valor promedio de 63,5

mm/mes. Los valores extremos se presentan entre Marzo y Agosto, con valores de 87,5 mm/mes y 30,9 mm/mes, respectivamente.

A nivel anual presenta un superávit acumulado de:

$$Esc_{Pastaza} = 761,9mm$$

#### ❖ Cuenca del Tigre

Cuenca que abarca los distritos de Trompeteros e Intuto en la provincia de Loreto, en el balance presenta exceso de agua durante todo el año, con un valor promedio de 117,1 mm/mes. Los valores extremos se presentan entre Marzo y Agosto, con valores de 142,6 mm/mes y 84,6 mm/mes, respectivamente.

A nivel anual presenta un superávit acumulado de:

$$Esc_{Tigre} = 1405,0mm$$

#### ❖ Punto de control Hidrométrico (Borja)

Esta zona de la cuenca en el balance presenta un solo comportamiento, uno de excesos de agua que ocurre durante todo el año, con un superávit promedio de 64,1mm/mes. Los valores extremos del superávit se presentan en el intervalo Marzo y Julio, con valores de 119,7 mm/mes y 16,5 mm/mes, respectivamente.

A nivel anual presenta un superávit acumulado de:

$$Esc_{Borja} = 768,9mm$$

#### ❖ Cuenca Total (Marañón)

En la toda la cuenca del río Marañón, el balance presenta excesos de agua durante todo el año, con un superávit promedio de 59,0 mm/mes. Los valores extremos del superávit se presentan en el intervalo de Marzo y Agosto, con valores de 112,4 mm/mes y 14,0 mm/mes, respectivamente.

A nivel anual presenta un superávit acumulado de:

$$Esc_{Marañon} = 708,1mm$$

En los **Mapas Esc 01 al 12**, se presenta el comportamiento y distribución del escurrimiento superficial en la vertiente, apreciándose que los mayores déficit ocurren entre el período Junio - Octubre, siendo Agosto y Setiembre los más deficitarios donde los valores de las isolíneas fluctúan entre  $-120$  mm a  $140$  mm (**Mapa Esc 08 y 09**) y los mayores valores se presentan en Marzo con valores de  $-40$  mm a  $+340$  mm (**Mapa Esc 03**). Los déficit se concentran hacia la parte noroeste del Alto Marañón y los excesos se dan hacia la zona ecuatorial.

## 4.2 DISCUSIÓN

El Balance Hídrico contempla el procesamiento, análisis y determinación de cada una de las variables meteorológicas e hidrológicas que intervienen en forma directa en las ecuaciones involucradas en la obtención del balance.

La cuenca del río Marañón cuenta con una escasa red hidrometeorológica, especialmente en la zona de frontera en las cuencas de los ríos: Cenepa, Pastaza y Tigre principalmente, donde casi el 40% de las estaciones presenta información en el período 1965 – 1985. Asimismo cabe resaltar que muchas de las estaciones han sido recategorizadas a climatológica ordinaria, a partir del año 2002, donde se registra las variables de temperatura, evaporación, viento entre otros parámetros climáticos, cuyos registros resultan insuficientes para el análisis de estas variables, lo que ha conllevado a realizar análisis regionales con información de cuencas vecinas y a generar una grilla de 5 x 5 km, donde se ha generado una estación virtual y, con la ayuda del software hydraces a generar información en cada punto de la grilla. Sin embargo la información que se registra es de buena confiabilidad.

El tratamiento matemático y estadístico realizado a cada una de las variables permitió conocer los errores sistemáticos o de medición, que fue corroborado en el trabajo de campo realizado en la cuenca, los cuales fueron corregidos dejando la información homogénea; además, se realizó la extensión del período de registro, en vista que no todas las estaciones presentaban un período común.

La homogenización de cada una de las variables seleccionadas en el estudio, permitió conocer además la importancia de tener y mantener una red operativa, ya que la dificultad más grande es no contar con información básica para realizar los análisis y evaluaciones respectivas.

La inclusión de un análisis regional mensual para cada una de las variables del ciclo hidrológico, mediante la interpolación por tres métodos distintos (Thiessen, inverso a la distancia, Kriging) generación de un modelo geoespacial, con un análisis de regresión múltiple donde interviene la latitud, longitud y altitud, permite adecuadamente caracterizar las zonas de menor o mayor variación de la variable analizada en la cuenca de estudio. Asimismo los coeficientes de correlación son muy significativos.

De acuerdo a los análisis realizados en los balances hídricos para la región hidrográfica del Pacífico, se ha determinado que para el cálculo de la evapotranspiración el método que mejor se ajusta a las condiciones de nuestro territorio es la de **Penmam – Monteith**.

En la determinación de la evapotranspiración de cultivo (Etc), se tuvo que realizar

una adecuada selección del coeficiente de cultivo ( $K_c$ ), para lo cual se tuvo que zonificar la cuenca en función de los tipos de cultivos existentes y de acuerdo al período vegetativo del mismo, lo cual nos permite de alguna manera reflejar el comportamiento real de cada uno de los cultivos y su influencia directa en la determinación del  $K_c$  medio.

Conocidos  $E_{To}$  y  $K_c$  se determinó  $E_{Tc}$ , que describe de alguna manera la pérdida de agua en la cuenca en función de la evaporación de agua desde superficies libres y de la transpiración por la cobertura vegetal.

En lo que respecta a la caracterización y zonificación hidrológica y meteorológica de las principales variables del ciclo hidrológico, se ha encontrado que cada una de ellas registra comportamientos particulares, en función de la altitud, mientras en el Alto Marañón la tendencia es creciente para la Precipitación y Horas de Sol, hacia la zona de Llano Amazónico la Precipitación, Temperatura y, Evapotranspiración de Referencia se incrementa al descender, Velocidad de Viento, presenta un comportamiento variable. Hacia el llano el clima es cálido y lluvioso, las precipitaciones ocurren a lo largo del año, elementos o factores que se conjugan para definir el balance hídrico total. Asimismo (Lavado 2010, Killeen et al. 2007), manifiesta que el régimen de lluvias está fuertemente influenciado por los vientos Alisios procedentes del Atlántico noreste que atraviesan la cuenca amazónica

La humedad relativa es variable, con rangos que varían aproximadamente de 65 a 88% esta zona presenta gran influencia de los Andes (Alto Marañón), pero hacia el llano Amazónico el rango de variación es de 80 a 90%.

El comportamiento de las horas de sol es muy variable con rangos que varían aproximadamente de 80 a 250 hrs/mes.

La velocidad de viento, a nivel de la cuenca total del Marañón presenta una variación espacial de 0 a 5 m/s, es un comportamiento muy variable y está relacionada con la configuración topográfica, hacia Oeste de la cuenca presenta los mayores módulos a nivel de núcleos (cuenca del Crisnejas y Chamaya).

Los caudales en las subcuencas se han obtenido en base a la ecuación 3.51 y a la información de caudales de la estación Borja cuyo módulo medio anual de 5008,7  $m^3/s$ .

Los mayores caudales se presentan en el período Enero – Abril y en el período Mayo - Octubre de cada año se presentan los menores valores, tal como se aprecia en la **Figura 4.137**. A nivel anual la cuenca del río Tigre aporta más al escurrimiento superficial, con 88,6 litros/seg/ $km^2$  y la de menor aporte es El Alto Marañón con 35,2 litros/seg/ $km^2$ .

Conocidos los valores mensuales de cada una de las variables de la expresión del balance hídrico, se determinó la disponibilidad de agua a nivel mensual en la cada una de las subcuenca de la cuenca del río Marañón, apreciándose un marcado en al subcuenca del Alto Marañón, especialmente hacia la zona noroeste, donde se tiene gran influencia de la cordillera de los Andes. En términos generales la cuenca posee un gran potencial hídrico durante todo el año.

Las subcuencas en conjunto a excepción de la del Alto Marañón presentan un solo comportamiento, de superávit que ocurre durante todo el año. El deficit en el Alto Marañón se da en el período Junio – Setiembre con valores extremos de -5,3 mm/mes a - 22,9/mm/mes, pero a nivel anual esta subcuenca resulta con superávit de 226,7 mm.

En la estación Borja el caudal promedio multianual es de 5008,7 m<sup>3</sup>/s, que equivale a una lámina de 1808,7 mm, pero en el balance se obtiene hasta este punto una lámina de 768,9 mm, lo que resultaría que en la parte peruana hasta este punto de control se genera el 43% del escurrimiento de parte de la cuenca.

Asimismo se ha obtenido información de caudal del río Santiago en la parte Ecuatoriana (-3,0515°C, - 78,0138°C), cuyo modulo medio multianual es de 1 621,2 m<sup>3</sup>/s, descontando este valor se obtendría en Borja un caudal de 3 387,5 m<sup>3</sup>/s, que equivale a 1 222,5 mm, es decir los ríos Chinchipe, Cenepa y otros cuyas nacientes se encuentran en Ecuador estarían aportando 453,6 mm de lámina.

Sería importante que este análisis sea corroborado con información de campo (medición de caudal) en cuencas transfronterizas.

Cabe destacar que la disponibilidad del recurso hídrico, ha sido referida a las aguas superficiales, cuyos resultados del balance teórico se muestran en la **Tabla 4.92**, no habiéndose considerado el aporte de las aguas subterráneas en las diferentes etapas del ciclo hidrológico, sumado a ellos la ocurrencia de eventos extremos como El Niño y La Niña; así como la influencia debido al Cambio Climático, factores que estarían influenciando en los resultados obtenidos.



## ***CAPÍTULO V***

### ***CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES***

## 5.1 CONCLUSIONES

- La cuenca del Marañón se caracteriza por la diversidad de microclimas con temperaturas absolutas que oscilan entre 8,0°C y 36°C, registrándose los mayores valores entre Diciembre a Marzo. En la región de los Andes Septentrionales o Páramos el clima es frío y húmedo con neblinas frecuentes, heladas estacionales y precipitaciones que ocurren con menor intensidad de Mayo a Agosto, la temperatura fluctúa entre los 6° C a 17° C. Corresponde a esta región el extremo Oeste de la provincia de Jaén, colindante con la provincia de Huancabamba.

En las partes bajas el clima es cálido, muy húmedo, de naturaleza tropical y con fuertes precipitaciones, con temperaturas elevadas hasta de 38°C. Como en los valles del Marañón o el Mayo en las provincias de Jaén, Bagua, Utcubamba y San Martín.

- La información de precipitación total anual de las estaciones paralizadas, fue extendida mediante un análisis de correlación lineal simple, obteniéndose ajustes significativos en sus coeficientes, para luego mediante la técnica de pesos proporcionales completar la información a nivel mensual.
- Del modelo digital de elevación (DEM), que muestra la orografía del área en estudio, se ha construido una grilla con celdas de 5 km x 5 km, obteniéndose para la zona analizada 12 268 cuadrículas, en las cuales se estimó la información de cada una de las variables del ciclo hidrológico.
- En el análisis se ha determinado que el régimen de precipitación presenta las características siguientes:

Marzo es el mes más lluvioso, las precipitaciones se extienden sobre toda la región del Marañón, pero los mayores valores se presentan hacia el llano Amazónico sobre la provincia de Loreto y especialmente sobre la parte alta de las cuencas de Cenepa, Santiago, Pastaza y sobre el Alto Huallaga, donde los valores pueden ser 500 mm, hacia la parte Alta del Alto Marañón se presentan los menores valores y especialmente hacia el Noreste los valores de lluvia son 75 mm/mes. En este mes se concentra casi el 15% de la precipitación anual y en el período lluvioso (Noviembre – Abril), el acumulado es del 77%.

Agosto, donde se registran los menores aportes de precipitación, el comportamiento es el mismo, hacia la selva baja la lluvia supera los 200,00 mm, hacia el Alto Marañón la lluvia ligeramente supera los 5,0 mm, en promedio.

- El régimen térmico en la cuenca, registra un comportamiento variable en su distribución espacial y temporal; asimismo, esta variable se encuentra influenciada por diversas variables como: latitud, longitud, altitud y su cercanía con la zona ecuatorial.

En el análisis se ha observado que durante Febrero y Marzo, se registran las mayores temperaturas medias, las cuales oscilan entre 6 °C y 30 °C, y las menores temperaturas entre Julio y Agosto que varían entre 4 °C y 26,0 °C.

Los menores valores de temperatura mínima se presentan en Julio y Agosto los cuales oscilan entre - 2°C y 28°C y los mayores ocurren en Febrero con 2,0°C y 30,0°C. Hay que mencionar que los menores valores de esta variable ocurren en zonas cercanas a la cordillera Blanca.

Los mayores valores de temperatura máxima, se registran entre Febrero y Marzo, que oscilan entre 12,0°C y 34,0°C, y las menores en Agosto con valores que varían de 60°C a 28,0°C. Los menores valores se presentan en zonas cercanas a la cordillera Blanca.

- El régimen eólico en la región extremadamente inestable, experimentando variaciones durante el día y a lo largo del año. En el análisis se ha determinado que:

La Velocidad de viento, presenta una variación espacial de 0 a 5 m/s, es un comportamiento muy variable y está relacionada con la configuración topográfica, hacia Oeste de la cuenca presenta los mayores módulos a nivel de núcleos (cuenca del Crisnejas y Chamaya).

Por encontrarse el Perú en la zona de convergencia intertropical, las masas de viento provienen desde la dirección noreste, produciendo abundantes precipitaciones estacionarias. Los vientos provenientes del noreste, con abundante humedad, al llegar a la cordillera de los Andes, se elevan ocasionando alta pluviosidad en la vertiente oriental.

Los vientos tienen un mayor contenido de humedad entre Diciembre a Abril, por lo que en esta época aumentan considerablemente las precipitaciones en la Sierra y Selva.

- El análisis de humedad relativa indica que esta variable fluctúa en rangos que varían de 65% a 88%, la esta zona presenta gran influencia de los Andes (Alto Marañón), pero hacia el llano Amazónico el rango de variación es de 80 a 90%. En términos generales la humedad relativa es mayor en la parte baja que en la parte alta, a nivel de toda la cuenca la humedad

relativa promedio es del 70%.

- En general el comportamiento de las horas de sol es muy variable en toda la cuenca del Marañón, a nivel mensual se caracteriza por presentar valores de Enero a Diciembre que de 90 a 240 hrs/mes a nivel de la cuenca total. Cabe mencionar que durante Junio a Agosto presentan valores de 120 a 240 hrs/mes y son los de mayor amplitud, durante Setiembre a Mayo del año siguiente estos varían de 100 a 220 hrs/mes.

A nivel anual los módulos totales anuales acumulados oscilan de 1600 a 2200 hrs/año respectivamente, y los valores más altos se presentan en la cuenca Chamaya (hacia el límite con los Andes).

- Los valores Eto, registran un comportamiento variable en su distribución mensual, y los valores obtenidos son relevantes para el uso consuntivo de los cultivos, esta variable varía aproximadamente entre 850 y 1500 mm. en toda la región y no parece existir una relación entre al ETo y la altitud.

Los menores valores se presentan en zonas cercanas a la cordillera Blanca y los mayores hacia la zona ecuatorial y hacia el Oeste de la cuenca (Alto Huallaga).

La Evapotranspiración de referencia (Eto), registra sus mayores valores en el período Setiembre - Enero, con un promedio de 115,0 mm/mes y, los menores en el período Mayo – Agosto con un valor medio de 93,3 mm/mes.

Los mayores valores de esta variable se concentran hacia la zona ecuatorial nacientes de las subcuencas Santiago, Morona, Cenepa y hacia el Alto y Medio Huallaga, donde los valores mensuales son en promedio de 120,0 mm/mes.

- En función de los diferentes tipos de cultivos que existen en la cuenca, los cuales fueron identificados y evaluados en su período vegetativo, se estimó el coeficiente del cultivo (Kc) promedio para cada estación, para luego estimar la Evapotranspiración de cultivo, la que presenta dos periodos, uno de máximo que se presenta de Octubre-Abril, con un valor medio de 90,6 mm y uno de mínimos que ocurre de Mayo-Agosto con un promedio mensual de 73,4 mm.
- Los mayores caudales se presentan en el período Enero – Abril y en el período Mayo - Octubre de cada año se presentan los menores valores. A nivel anual la cuenca del río Tigre aporta más al escurrimiento superficial, con 88,6 litros/seg/km<sup>2</sup> y la de menor aporte es El Alto Marañón con 35,2 litros/seg/km<sup>2</sup>.

- En el Balance, durante todo el año las subcuencas a excepción la del Alto Marañón, resultan con superávit promedio de 86,9 mm/mes. El mayor superávit ocurre en el Bajo Marañón, cuyo exceso de agua anual es de 1271,7 mm.
- Hasta el punto de control (Borja) la cuenca resulta con un superávit anual de 768,9 mm; es decir, en la parte peruana se genera el 43% del escurrimiento de la cuenca hasta este control hidrométrico y 57% restante se generaría en el lado Ecuatoriano.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- La mayoría de variables climáticas que intervienen en el balance hídrico superficial de la región hidrográfica, han sido obtenidas mediante análisis regionales, que nos permiten de una manera práctica representar el comportamiento espacial y temporal de cada una de ellas; sin embargo, es indispensable contar con información medida en la zona.
- Es necesario e importante que el SENAMHI, como Organismo Rector de las actividades Meteorológicas e Hidrológicas, fortalezca su red hidrometeorológica en la parte alta de las cuencas de Cenepa, Santiago, Tigre y Pastaza, con equipos que registre diversas variables climáticas, asimismo es necesario la realización de campañas de aforos en la estación Borja y en otros puntos de control que se ubican dentro de la cuenca.
- Estos resultados deben ser corroborados con información de campo (medición de caudal) en ríos transfronterizos.
- Es importante que se realicen alianzas estratégicas con otras Instituciones nacionales e Internacionales, como Gobiernos Regionales, Tratado de Cooperación Amazónica y otras Instituciones locales, con la finalidad de realizar acciones conjuntas que permita incrementar la red observacional.

***CAPÍTULO VI***  
***BIBLIOGRAFÍA***

## 6.1 BIBLIOGRAFÍA

- Aliaga, Araujo Vito. 1983. Tratamiento de datos hidrometeorológicos, Lima.
- Costa K., Galarza E. y Gomez R. La Amazonía: Territorio, sociedad y economía en el tiempo. En línea  
<http://cdam.minam.gob.pe/novedades/geocap1.pdf>
- Chereque Moran Wendor. 1989. Hidrología para estudiantes de ingeniería civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, obra auspiciada por CONCYTEC, Lima, Perú, 223 pp.
- Enciclopedia de Historia y Geografía del Perú, Techmedia. 1998.  
<http://www.idmaperu.org/afluente.htm>
- Espinoza, V. J et al. 2009. Evolución regional de los caudales en el conjunto de la cuenca del Amazonas para el periodo 1974-2004 y su relación con factores climáticos. Revista Peruana Geo-Atmosférica RPGA (1), 66-89.
- Estrella, Teodoro. 1992. Metodología y recomendaciones para la evaluación de los recursos hídricos. Centro de Estudios Hidrográficos – Madrid: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Gabinete de Formación y Documentación, Madrid España. 52 p.
- Fao. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage paper 56. Roma, 301 p.
- Garcia, Villanueva, Jerónimo. 1994. Principios físicos de Climatología, Lima, Perú 243 p.
- Gomez, Lora, Walter. 1987. Primer curso nacional de recursos hídricos, Lima. Perú
- Guevara, E. y Cartaya, H. 1991. Hidrología. Una introducción a la ciencia Hidrológica Aplicada. Gueca Ediciones. Valencia, Venezuela, 358p.
- Huade Guan, Huang-Hsiubg Hsu, Oleg Makhnin y John Wilson. 2008. " Examination of selected atmosferic and orographic efectos on monthly precipetation of Taiwan using the ASOADEK model.
- Phi – Lac, SENAMHI. 2004. Documento Técnico 1, "Balance hídrico superficial del Perú a nivel multianual".
- Ministerio de Agricultura – Dirección General de Aguas y Suelos. 1992. Estudio básico situacional de los recursos hídricos del Perú, Lima.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones Dirección General de Transporte Acuático. 2005. Estudio de la navegabilidad del río Huallaga en el tramo comprendido entre Yurimaguas y la confluencia con el río Marañón. Informe Final. Consorcio Hidrovia Huallaga. Volumen I Resumen Ejecutivo.
- S. Naoum and L.K.Tsanis. 2004. "A multiple linear regresivo GIS modleuel using spatial varaibales to model orographic rainfall.



- Sanchez, San Roman, J. 2001. El agua en el suelo.
- [Web.usual.es/~javisan/hidro/temas/T040](http://Web.usual.es/~javisan/hidro/temas/T040)
- Siar. 2001. Metodología – Determinación de la evapotranspiración de referencia (Eto). Universidad Castilla la Mancha – servicio Integral de Asesoramiento al regante.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI – DGH. 1998. Modelo regional de simulación de niveles de ríos Amazónicos, Lima, octubre, 1998.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI – DGH. 2012. Informe de comisión de servicio y estudio hidrometeorológico de la cuenca amazónica peruana para el año hidrológico 2011-2012 (set-abril).
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI – DGH. 1976. Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos “Atlas de cuencas del Perú”.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI – DGH - HYBAM. 2011. Evaluación hidrológica de la cuenca Amazónica, Lima, Diciembre 2011.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI – DGH. 1999, Humedad relativa del aire.
- Onern. 1984. Estudio de evaluación de recursos naturales y plan de protección ambiental departamento de San Martín, Lima, febrero, 1984.
- Unesco. 1982. Guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur, Uruguay.
- SINGH. 1989. Hidrologic systems Vol II watershed modeling Prentice Hall, New Jersey 320 p.
- Solomon. 1984. Consolidación de la red hidrometeorológica de la cuenca del río Amazonas – Perú, Lima, Abril.

## ***ANEXO I***

## ***TABLAS***



TABLA 3.1 RED DE ESTACIONES

Estacion	Cuenca	Altitud msnm	Latitud S	Longitud W	Categoría	País
SANTA CLOTILDA	AMAZONAS	150	-2.291	-73.405	PLU	Perú
GUEPPI	PUTUMAYO	300	-0.070	-75.150	CO	Perú
CABO PANTOJA	NAPO	200	-0.580	-75.120	PLU	Perú
ARICA	NAPO	149	-1.600	-75.200	PLU	Perú
BARTRA	TIGRE	155	-2.500	-75.750	PLU	Perú
TINTE LOPEZ	TIGRE	241	-2.534	-76.217	PLU	Perú
SGTO. PUÑO	TIGRE	200	-3.217	-77.600	PLU	Perú
SOPLIN	PASTAZA	185	-3.400	-76.350	PLU	Perú
RIMACHI	PASTAZA	300	-4.250	-76.390	PLU	Perú
FCO. ORELLANA	ALTO AMAZON	130	-3.250	-75.100	PLU	Perú
STA. CRUZ	NAPO	122	-3.300	-73.080	PLU	Perú
LA LIBERTAD	NAPO	100	-3.270	-73.140	PLU	Perú
STA. ROSA	ALTO AMAZON	100	-4.150	-69.570	PLU	Perú
BELLAVISTA	NAPO	110	3.290	73.050	PLU	Perú
MAZAN	NAPO	103	-3.291	-73.045	CP	Perú
PTO. ALMENDR	NANAY	126	-3.460	-73.170	CO	Perú
PEBAS	ALTO AMAZON	100	-3.185	-71.513	CO	Perú
MANITI	ALTO AMAZON	125	-3.320	-72.520	PLU	Perú
CABOLLOCOCH	ALTO AMAZON	107	-3.544	-70.304	CO	Perú
PTO. ARTURO	PUTUMAYO	260	-1.480	-73.190	PLU	Perú
CORBATA	AMAZONAS	200	-2.170	-70.590	PLU	Perú
PTO. ALEGRIA	AMAZONAS	100	-4.150	-69.570	PLU	Perú
SAN FERNAND	YARAVI	400	-4.100	-70.500	PLU	Perú
CHIMBOTE	AMAZONAS	300	-3.560	-70.470	PLU	Perú
CURARAY	AMAZONAS	200	-2.220	-74.070	CO	Perú
STA. MARIA NA	NANAY	120	-3.084	-73.667	PLU	Perú
SGTO LORES	TIGRE	111	-3.734	-74.567	PLU	Perú
SILVIA MERING	BAJO MARAÑO	107	-4.600	-74.200	PLU	Perú
RITA CASTILLA	BAJO MARAÑO	100	-4.600	-74.367	PLU	Perú
NAUTA	BAJO MARAÑO	137	-4.311	-73.360	CO	Perú
TIMICURRILLO	ALTO AMAZON	105	-3.310	-73.050	PLU	Perú
SAN ROQUE	ALTO AMAZON	126	-3.450	-73.150	CO	Perú
BAGAZAN	UCAYALI	250	-4.400	-73.380	PLU	Perú
GENARO HERR	UCAYALI	126	-4.540	-73.386	CP	Perú
REQUENA	UCAYALI	128	-5.023	-73.501	CO	Perú
ANGAMOS	NAPO	250	-5.100	-72.530	CO	Perú
FLOR DE PUNO	UCAYALI	112	-5.384	-74.317	PLU	Perú
BRETAÑA	UCAYALI	109	-5.250	-74.350	PLU	Perú
LA PEDRERA	BAJO UCAYALI	122	-5.767	-74.534	PLU	Perú
TAMANCO	UCAYALI	126	-5.784	-74.284	PLU	Perú
THAMISILLACU	ALTO AMAZON	141	-4.001	-73.094	CO	Perú
JUANCTO	UCAYALI	124	-6.034	-74.867	CO	Perú
CONTAMANA	UCAYALI	185	-7.211	-75.002	CO	Perú
ORELLANA	BAJO UCAYALI	139	-6.900	-75.167	PLU	Perú
PAMPA HERMO	BAJO UCAYALI	132	-7.200	-75.284	PLU	Perú
YURIMAGUAS	HUALLAGA	139	-5.894	-76.118	S	Perú
SAN RAMON	BAJO HUALLAG	131	-5.949	-76.085	CP	Perú
SHAMUSI	BAJO HUALLAG	147	-6.068	-76.254	PLU	Perú
PELEJO	BAJO HUALLAG	145	-6.216	-75.790	PLU	Perú
NAVARRO	BAJO HUALLAG	145	-6.356	-75.779	CO	Perú
LAGUNAS	HUALLAGA	119	-5.217	-75.700	PLU	Perú
STA. CRUZ	HUALLAGA	139	-5.484	-75.867	PLU	Perú
IMACITA	BAJO	300	-5.084	-78.367	CO	Perú
BAGUA CHICA	BAJO	410	-5.661	-78.542	CO	Perú
JAEN	ALTO	632	-5.678	-78.779	CP	Perú
EL PINTOR	UTCUBAMBA	549	-5.763	-78.525	PLU	Perú
ARAMANGO	ALTO	570	-5.423	-78.440	PLU	Perú
SHUMBA ALTA	TABACONAS	820	-5.467	-78.784	CO	Perú
BORJA	BAJO	152	-4.450	-77.450	PLU	Perú
BARRANCA	BAJO	150	-4.817	-76.700	PLU	Perú
CHIRIACO	IMAIZA	281	-5.152	-78.288	CO	Perú
STA. MARIA	NEIVA	227	-4.831	-77.940	CO	Perú
LA CASACARILL	ALTO	1908	-5.678	-78.898	CO	Perú
PIMPINGOS	CHAMAYA	1200	-5.917	-78.800	PLU	Perú
CHONTALI	CHAMAYA	1652	-5.644	-79.085	CO	Perú
CHIRINOS	CHINCHIPE	1528	-5.305	-78.915	CO	Perú
SAN IGNACIO	CHINCHIPE	740	-5.145	-78.997	CO	Perú
NAMBALLE	CHINCHIPE	677	-5.000	-79.089	CO	Perú
NARANILLO	MAYO	900	-5.830	-77.390	CO	Perú
RIOJA	MAYO	818	-6.066	-77.160	CO	Perú
MOYOBAMBA	HUALLAGA	842	-6.000	-76.967	S	Perú
SORITOR	MAYO	890	-6.135	-77.084	PLU	Perú
JEPELACIO	MAYO	1192	-6.101	-76.915	PLU	Perú
PACAYSAPA	MAYO	924	-6.256	-76.778	PLU	Perú
PONGO DE	BAJO	240	-6.334	-76.300	CO	Perú
TABALOSOS	MAYO	341	-6.406	-76.610	CO	Perú
ALAO	HUALLAGA	407	-6.519	-76.730	CO	Perú
LAMAS	MAYO	747	-6.424	-76.525	CO	Perú
SISA	HUALLAGA	381	-6.617	-76.684	CO	Perú
TARAPOTO	MAYO	360	-6.467	-76.367	CO	Perú
SAN ANTONIO	MAYO	578	-6.424	-76.424	PLU	Perú
EL PORVENIR	MAYO	202	-6.593	-76.322	MAP	Perú
SAUCE	ALTO	600	-6.694	-76.203	CO	Perú
CHAZUTA	BAJO	170	-6.569	-76.098	PLU	Perú
PILHUANA	ALTO	200	-6.779	-76.281	PLU	Perú
PICOTA	ALTO	200	-6.949	-76.339	PLU	Perú
TINGO DE	ALTO	240	-6.949	-76.254	CO	Perú
SAN PABLO	HUALLAGA	274	-6.813	-76.576	CO	Perú
SAPOSOA	HUALLAGA	312	-6.915	-76.779	CO	Perú
BELLAVISTA	ALTO	247	-7.051	-76.559	CO	Perú
SACANCHE	SAPOSOA	465	-7.100	-76.734	PLU	Perú
LA UNION	BIAVO	250	-7.169	-76.491	CO	Perú
NUOVO LIMA	BIAVO	200	-7.118	-76.474	PLU	Perú
JUANJI	HUALLAGA	275	-7.175	-76.734	PLU	Perú

PLU: Estación pluviométrica CO: Estación climatológica ordinaria CP: Estación principal  
S: Estación sinoptica HLM: Estación Hidrológica Limnométrica HLG: Estación Hidrológica Limnográfica

PLU: Estación pluviométrica CO: Estación climatológica ordinaria CP: Estación principal  
S: Estación sinoptica HLM: Estación Hidrológica Limnométrica HLG: Estación Hidrológica Limnográfica

TABLA 3.2 ESTACIONES CON INFORMACIÓN DE TEMPERATURA

Estacion	Altitud msnm	Latitud S	Longitud W	Temp Media 1969 - 2010
AGUAYTIA	270	-9.034	-75.508	25.7
AMBO IDMA	3025	-10.134	-76.167	19.5
ARAMANGO	570	-5.423	-78.440	24.8
AUCAYACU	560	-8.930	-76.112	24.8
BAGUA CHICA	410	-5.661	-78.542	26.5
BAMBAMARCA	2577	-6.678	-78.525	14.7
BARRANCA	150	-4.817	-76.700	25.9
BELLAVISTA	247	-7.051	-76.559	26.6
BORJA	152	-4.450	-77.450	25.4
CABOLLOCOCHA	107	-3.544	-70.304	26.9
CACHICOTO	1140	-9.184	-76.350	23.0
CAJABAMBA	2612	-7.627	-78.051	15.7
CAJATAMBO	4040	-10.467	-76.984	10.7
CANCHAN	2550	-9.949	-76.288	20.2
CELENDIN	3050	-6.864	-78.118	14.1
CERRO DE PASCO	4260	-10.694	-76.254	5.0
CHACHAPOYAS	2450	-6.209	-77.867	15.0
CHAVIN	3137	-9.586	-77.176	14.2
CHIRIACO	281	-5.152	-78.288	25.2
CHIRINOS	1528	-5.305	-78.915	18.4
CHONTALI	1652	-5.644	-79.085	19.5
CHOTA	2426	-6.548	-78.649	15.5
COCHABAMBA	1642	-6.460	-78.889	19.9
CONCHUCOS	3200	-8.267	-77.850	11.9
CONTAMANA	185	-7.211	-75.002	27.1
CURARAY	200	-2.220	-74.070	25.9
CUTERVO	2616	-6.379	-78.816	13.6
DOS D MAYO (OLAYA)	307	-7.407	-76.407	26.5
EL LIMON	1255	-5.932	-79.322	25.3
EL MAROMAL	252	-8.584	-75.417	25.8
EL PORVENIR	202	-6.593	-76.322	26.3
GUEPPI	300	-0.070	-75.150	25.4
HUALLANCA	3796	-9.884	-76.950	10.1
HUAMACHUCO	3290	-7.830	-78.051	12.3
HUAMBOS	2213	-6.458	-78.966	15.1
HUANCABAMBA	3177	-5.250	-79.550	18.3
HUANUCO	2090	-9.966	-76.237	20.0
HUAR HUAR (SALALA)	2800	-5.102	-79.458	12.0
HUARAZ	3080	-9.517	-77.525	13.6
HUARIACA	3355	-10.434	-76.184	14.1
HUARMACA	2142	-5.576	-79.525	14.9
IMACITA	300	-5.084	-78.367	24.9
INCAHUASI	2650	-6.237	-79.339	11.1
IQUITOS	87	-3.743	-73.260	25.9
JACAS CHICO	3673	-9.884	-76.500	8.0
JAEN	632	-5.678	-78.779	25.4
JUANCITO	124	-6.034	-74.867	26.8
JUANUI	275	-7.175	-76.734	27.0
LA CASACARILLA	1908	-5.678	-78.898	17.1
LA DIVISORIA	1410	-9.153	-75.847	18.4
LA MORADA	542	-8.750	-76.150	23.7
LA UNION	250	-7.169	-76.491	26.2
LAMAS	747	-6.424	-76.525	23.5
LLATA	3239	-9.550	-76.784	10.6
MOYOBAMBA	842	-6.000	-76.967	23.0
NAMBALLE	677	-5.000	-79.089	24.2
NARANJILLO	900	-5.830	-77.390	23.0
NAVARRO	145	-6.356	-75.779	26.2
OYON	3676	-10.667	-76.767	9.7
PACHIZA	347	-7.281	-76.777	25.8
PONGO DE CAYNIARI	240	-6.334	-76.300	25.9
POZUZO	1000	-10.051	-75.559	23.1
REQUENA	128	-5.023	-73.501	26.7
RIOJA	818	-6.066	-77.160	22.8
SALLIQUE	1750	-5.650	-79.317	20.6
SAN IGNACIO	740	-5.145	-78.997	21.3
SAN MARCOS	2298	-7.322	-78.169	18.1
SAN RAMON	131	-5.949	-76.085	26.0
SANTA CLOTILDE	150	-2.291	-73.405	26.2
SAPOSOA	312	-6.915	-76.779	26.5
SAUCE	600	-6.694	-76.203	23.8
SHUMBA ALTA	820	-5.467	-78.784	25.4
SISA	381	-6.617	-76.684	25.5
SONDOR MATARA	2842	-7.220	-78.237	13.6
STA. MARIA NIEVA	227	-4.831	-77.940	25.5
SURASACA	4546	-10.517	-76.784	4.2
TABACONAS	1801	-5.322	-79.288	17.4
TABALOSOS	341	-6.406	-76.610	25.4
TACABAMBA	2275	-6.384	-78.617	17.3
TARAPOTO	360	-6.467	-76.367	26.6
TAYABAMBA	3250	-8.284	-77.284	11.4
TINGO DE PONAZA	240	-6.949	-76.254	26.4
TINGO MARIA	644	-9.290	-76.005	23.9
TOCACHE	528	-8.190	-76.550	24.7
TULUMAYO	1000	-9.100	-75.900	23.8
UCHIZA	920	-8.584	-76.384	24.7
YANAHUANCA	3190	-10.491	-76.508	13.7
YURIMAGUAS	139	-5.894	-76.118	27.2

TABLA 3.3 ESTACIONES CON INFORMACIÓN DE HUMEDAD RELATIVA (HR), VIENTO Y HORAS DE SOL (HS)

Estacion	Altitud msnm	Latitud S	Longitud W	HR %	Viento m/s	Horas Sol hr/mes
ABANCAY	2750	-13.608	-72.870	79		6.2
AGUAYTIA	270	-9.034	-75.508		1.0	4.6
AMBO IDMA	3025	-10.134	-76.167	77	2.9	
ARAMANGO	570	-5.423	-78.440		0.2	
AUCAYACU	560	-8.930	-76.112	83	1.8	
ANTA ANCACHURO	3340	-13.468	-72.216	71		
ANDAHUAYLAS	2866	-13.657	-73.371	78		
AUGUSTO WEBERBAUER	2536	-7.167	-78.500	68		5.9
BAGUA CHICA	410	-5.661	-78.542	75	2.1	5.2
BAMBAMARCA	2577	-6.678	-78.525	79	1.2	5.2
BARRANCA	150	-4.817	-76.700		0.7	
BELLAVISTA	247	-7.051	-76.559		1.2	4.8
BORJA	152	-4.450	-77.450		0.9	
CABOLLOCOCHA	107	-3.544	-70.304	88	1.1	
CACHICOTO	1140	-9.184	-76.350		0.4	
CAJABAMBA	2612	-7.627	-78.051	73	2.3	5.8
CAJATAMBO	4040	-10.467	-76.984		0.8	
CANCHAN	2550	-9.949	-76.288		2.5	
CELENDIN	3050	-6.864	-78.118	80	1.3	5.2
CERRO DE PASCO	4260	-10.694	-76.254		2.4	
CHACHAPOYAS	2450	-6.209	-77.867		2.3	
CHAVIN	3137	-9.586	-77.176		1.6	
CHIRIACO	281	-5.152	-78.288		0.1	
CHIRINOS	1528	-5.305	-78.915	83	2.3	
CHONTALI	1652	-5.644	-79.085	82	2.7	
CHOTA	2426	-6.548	-78.649	82	2.5	4.9
COCHABAMBA	1642	-6.460	-78.889		2.4	
CONCHUCOS	3200	-8.267	-77.850		1.4	
CONTAMANA	185	-7.211	-75.002		1.6	4.7
CURARAY	200	-2.220	-74.070		0.7	
CUTERVO	2616	-6.379	-78.816		4.9	
DOS D MAYO (OLAYA)	307	-7.407	-76.407		1.2	
EL LIMON	1255	-5.932	-79.322		3.2	6.0
EL MAROMAL	252	-8.584	-75.417		1.0	
EL PORVENIR	202	-6.593	-76.322		0.9	
GUEPPI	300	-0.070	-75.150		0.5	
HUALLANCA	3796	-9.884	-76.950		1.7	
HUAMACHUCO	3290	-7.830	-78.051		5.2	
HUAMBOS	2213	-6.458	-78.966	83	5.8	5.8
HUANCABAMBA	3177	-5.250	-79.550	69	0.4	3.6
HUANUCO	2090	-9.966	-76.237		2.4	
HUAR HUAR (SALALA)	2800	-5.102	-79.458		2.4	
HUARAZ	3080	-9.517	-77.525		3.1	
HUARIACA	3355	-10.434	-76.184			
HUARMACA	2142	-5.576	-79.525			
HUANCABELICA	3676	-12.771	-75.012	76		
HUARMACA	300	-5.084	-78.367		0.1	
HUAYAO	3315	-12.033	-75.267	60		6.7
HUARMACA	2650	-6.237	-79.339		1.9	
JACAS CHICO	3673	-9.884	-76.500		1.8	
JAEN	632	-5.678	-78.779	74	0.9	4.2
JAUJA	3322	-11.784	-75.474	62		6.3
JUANCITO	124	-6.034	-74.867		1.5	
LA MORADA	542	-8.750	-76.150		1.2	
LA QUINUA	3260	-13.055	-74.141	65		
LA UNION	250	-7.169	-76.491	84	0.6	4.9
LAMAS	747	-6.424	-76.525		1.6	
LLATA	3239	-9.550	-76.784		0.6	
MOYOBAMBA	842	-6.000	-76.967	82	1.1	
NAMBALLE	677	-5.000	-79.089		2.4	
NARANJILLO	900	-5.830	-77.390		0.8	4.3
NAVARRO	145	-6.356	-75.779		2.1	
OXAPAMPA	1814	-10.594	-75.386	87		4.8
NAVARRO	347	-7.281	-76.777	81	0.7	
POZUZO	1000	-10.051	-75.559	86	2.2	
PONGO DE CAYNIARI	240	-6.334	-76.300			4.0
REQUENA	128	-5.023	-73.501		1.8	
RIOJA	818	-6.066	-77.160	85	0.6	
SALLIQUE	1750	-5.650	-79.317		0.6	
SAN IGNACIO	740	-5.145	-78.997		1.2	
SAN MARCOS	2298	-7.322	-78.169		2.3	6.3
SAN RAFAEL	3060	-10.322	-76.169	73	2.3	
SAN RAMON	131	-5.949	-76.085	82	0.9	5.5
SANTA CLOTILDE	150	-2.291	-73.405		1.0	
SAN ROQUE	126	-3.450	-73.150	86		4.3
SANTA CLOTILDE	660	-11.224	-74.609	79		
SAUCE	600	-6.694	-76.203	87	1.7	
SHUMBA ALTA	820	-5.467	-78.784		1.4	
SISA	381	-6.617	-76.684		1.3	
SONDOR MATARA	2842	-7.220	-78.237		2.4	5.2
STA. MARIA NIEVA	227	-4.831	-77.940		0.1	
TABACONAS	1801	-5.322	-79.288	80	2.8	
TABALOSOS	341	-6.406	-76.610		0.5	
TACABAMBA	2275	-6.384	-78.617		2.9	
TARAPOTO	360	-6.467	-76.367		1.3	4.7
TRAMA	3000	-11.397	-75.691	68		
TAYABAMBA	3250	-8.284	-77.284		3.3	
TOCACHE	141	-4.001	-73.094	85		4.4
TINGO DE PONAZA	240	-6.949	-76.254		1.2	
TINGO MARIA	644	-9.290	-76.005		0.7	
TULUMAYO	1000	-9.100	-75.900	85	0.7	5.3
UCHIZA	920	-8.584	-76.384		0.8	
YANAHUANCA	3190	-10.491	-76.508		0.2	
YANAHUANCA	139	-5.894	-76.118		1.3	
URUBAMBA	2863	-13.310	-72.124	66		6.5
QUILLABAMBA	990	-12.856	-72.692	71		4.8





TABLA 4.1 PARÁMETROS FISIGRÁFICOS POR CUENCAS

ZONA	AREA km <sup>2</sup>	PERIMETRO km	LONGITUD RIO km	Factor de Forma		L Km	I Km
				Kc	Ff		
ALTO MARAÑÓN	66134.4	2512.2	971.6	2.74	0.07	1201.05	55.06
BAJO MARAÑÓN	3927.2	504.0	101.4	2.25	0.38	235.29	16.69
CENEPA	6760.9	567.9	210.0	1.93	0.15	257.71	26.23
HUALLAGA	92044.7	2526.0	1223.0	2.33	0.062	1185.36	77.65
MEDIO ALTO MARAÑÓN	38657.5	1322.3	682.7	1.88	0.08	596.31	64.83
MEDIO BAJO MARAÑÓN	33976.0	1289.9	269.2	1.96	0.47	587.07	57.87
MEDIO MARAÑÓN	3927.2	677.7	132.7	3.03	0.22	326.84	12.02
PASTAZA	18584.2	881.3	432.3	1.81	0.10	393.39	47.24
TIGRE	34651.6	1258.6	459.9	1.89	0.16	568.33	60.97
BORJA	86615.1	2899.14	720.3	2.76	0.1669	1387.13	62.44
TOTAL	298713.84	4013.20	1723.1	2.06	0.10	1844.67	161.93

TABLA 4.2 PENDIENTE MEDIA DEL RÍO

Hmax msnm	Hmin msnm	Longitud rio Km	Ic %
<b>ALTO MARAÑÓN</b>			
4609	217	971.60	0.45
<b>BAJO MARAÑÓN</b>			
105	88	101.41	0.02
<b>CENEPA</b>			
2028	221	52.40	3.45
<b>HUALLAGA</b>			
4601	108	1174.4	0.38
<b>MEDIO ALTO MARAÑÓN</b>			
245	117	682.7	0.02
<b>MEDIO BAJO MARAÑÓN</b>			
125	101	269.2	0.01
<b>MEDIO MARAÑÓN</b>			
141	105	132.73	0.03
<b>PASTAZA</b>			
212	108	432.3	0.02
<b>TIGRE</b>			
209	107	459.9	0.02
<b>BORJA</b>			
3297	155	720.34	0.44

TABLA 4.3. RANGO DE ALTITUD

ALTO MARAÑÓN						
COTA		PUNTO	AREA PARCIAL	ACUMULADA	%	%
msnm		MEDIO	KM <sup>2</sup>	KM <sup>2</sup>	DEL TOTAL	ACUMULADO
0	400	200	810.90	810.90	1.23	1.23
400	800	600	3872.70	4683.60	5.86	7.08
800	1200	1000	4078.20	8761.80	6.17	13.25
1200	1600	1400	5251.10	14012.90	7.94	21.19
1600	2000	1800	6561.20	20574.10	9.92	31.11
2000	2400	2200	7543.50	28117.60	11.41	42.52
2400	2800	2600	7664.50	35782.10	11.59	54.11
2800	3200	3000	7306.10	43088.20	11.05	65.15
3200	3600	3400	6886.20	49974.40	10.41	75.56
3600	4000	3800	7529.10	57503.50	11.38	86.95
4000	4400	4200	6582.60	64086.10	9.95	96.90
4400	4800	4600	1714.30	65800.40	2.59	99.49
4800	5200	5000	259.30	66059.70	0.39	99.89
5200	5600	5400	64.40	66124.10	0.10	99.98
5600	6000	5800	10.00	66134.10	0.02	100.00
6000	6400	6200	0.40	66134.50	0.00	100.00
TOTAL			66134.5		100.0	
BAJO MARAÑÓN						
0	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00
100	200	150	3737.10	3737.10	95.16	95.16
200	300	250	189.90	3927.00	4.84	99.99
300	400	350	0.20	3927.20	0.01	100.00
TOTAL			3927.2		100.00	
CENEPA						
0	400	200	452.6	452.58	6.69	6.69
400	800	600	2142.1	2594.66	31.68	38.38
800	1200	1000	2518.3	5112.93	37.25	75.62
1200	1600	1400	1242.08	1242.08	18.37	94.00
1600	2000	1800	341.40	1583.48	5.05	99.05
2000	2400	2200	60.00	1643.48	0.89	99.93
2400	2800	2600	2.80	2.80	0.04	99.97
2800	3200	3000	1.10	3.90	0.02	99.99
3200	3600	3400	0.40	4.30	0.01	100.00
3600	4000	3800	0.20	0.20	0.00	100.00
4000	4400	4200	0.00	0.20	0.00	100.00
TOTAL			6760.9		100.00	
HUALLAGA						
0	400	200	21445.70	21445.70	23.30	23.30
400	800	600	13664.10	35109.80	14.85	38.14
800	1200	1000	14263.10	49372.90	15.50	53.64
1200	1600	1400	11584.13	60957.03	12.59	66.23
1600	2000	1800	6924.50	67881.53	7.52	73.75
2000	2400	2200	5309.30	73190.83	5.77	79.52
2400	2800	2600	4141.70	77332.53	4.50	84.02
2800	3200	3000	3328.90	80661.43	3.62	87.63
3200	3600	3400	4164.51	84825.94	4.52	92.16
3600	4000	3800	4179.90	89005.84	4.54	96.70
4000	4400	4200	2519.30	91525.14	2.74	99.44
4400	4800	4600	480.40	92005.54	0.52	99.96
4800	5200	5000	36.10	92041.64	0.04	100.00
5200	5600	5400	2.80	92044.44	0.00	100.00
5600	6000	5800	0.4	92044.84	0.00	100.00
6000	6400	6200	0.0	92044.87	0.00	100.00
TOTAL			92044.9		100.00	
MEDIO ALTO MARAÑÓN						
COTA		PUNTO	AREA PARCIAL	ACUMULADA	%	%
msnm		MEDIO	KM <sup>2</sup>	KM <sup>2</sup>	DEL TOTAL	ACUMULADO
0	400	200	26364.36	26364.36	68.20	68.20
400	800	600	5240.25	31604.61	13.56	81.76
800	1200	1000	4235.15	35839.76	10.96	92.71
1200	1600	1400	1950.90	37790.66	5.05	97.76
1600	2000	1800	638.81	38429.47	1.65	99.41
2000	2400	2200	163.89	38593.36	0.42	99.83
2400	2800	2600	26.49	38619.85	0.07	99.90
2800	3200	3000	14.53	38634.38	0.04	99.94
3200	3600	3400	7.58	38641.95	0.02	99.96
3600	4000	3800	5.76	38647.71	0.01	99.97
4000	4400	4200	4.88	38652.59	0.01	99.99
4400	4800	4600	4.32	38656.90	0.01	100.00
4800	5200	5000	0.56	38657.46	0.00	100.00
TOTAL			38657.5		100.00	
MEDIO BAJO MARAÑÓN						
0	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00
100	200	150	33508.50	33508.50	98.62	98.62
200	300	250	463.70	33972.20	1.36	99.99
300	400	350	3.70	33975.90	0.01	100.00
400	500	450	0.10	33976.00	0.00	100.00
TOTAL			33976.00		100.00	
MEDIO MARAÑÓN						
0	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00
100	200	150	3737.10	3737.10	95.16	95.16
200	300	250	189.90	3927.00	4.84	99.99
300	400	350	0.20	3927.20	0.01	100.00
400	500	450	0.01	3927.21	0.00	100.00
500	600	550	0.01	3927.22	0.00	100.00
600	700	650	0.00	3927.22	0.00	100.00
TOTAL			3927.22		100.00	
PASTAZA						
0	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00
100	200	150	11330.40	11330.40	60.97	60.97
200	300	250	7233.80	18564.20	38.92	99.89
300	400	350	19.35	18583.55	0.10	100.00
400	500	450	0.60	18584.15	0.00	100.00
500	600	550	0.03	18584.18	0.00	100.00
600	700	650	0.01	18584.18	0.00	100.00
700	800	750	0.00	18584.19	0.00	100.00
TOTAL			18584.19		100.00	
TIGRE						
0	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00
100	200	150	23916.62	23916.62	69.02	69.02
200	300	250	10640.91	34557.53	30.71	99.73
300	400	350	93.49	34651.02	0.27	100.00
400	500	450	0.51	34651.53	0.00	100.00
500	600	550	0.03	34651.55	0.00	100.00
600	700	650	0.03	34651.58	0.00	100.00
700	800	750	0.02	34651.60	0.00	100.00
800	900	850	0.01	34651.61	0.00	100.00
900	1000	950	0.01	34651.61	0.00	100.00
TOTAL			34651.6		100.00	

TABLA 4.4. PENDIENTE MEDIA -METODO TAYLOR y SCHWARZ

ALTO MARAÑÓN						
RANGO DE ALTITUD	PROGRESIVA km	PROGRESIVA m	VARIACION " X " Li (m)	DIF. ALTITUD msnm	PENxTRAMOS S	Li / (S) ^ 0.5
250 -350	103.69	103689.36	103689.36	100	0.0010	3338883.69
350 - 450	195.55	195551.66	91862.30	100	0.0011	2784235.54
450 -550	251.40	251400.85	55849.19	100	0.0018	1319852.25
550 - 650	298.81	298807.63	47406.78	100	0.0021	1032192.44
650 - 750	326.37	326368.32	27560.69	100	0.0036	457546.41
750 - 1000	364.94	364942.98	38574.66	250	0.0065	479162.87
1000 - 1400	523.38	523376.78	158433.80	400	0.0025	3153129.17
1400 - 1800	592.24	592237.47	68860.69	400	0.0058	903497.72
1800 - 2200	713.21	713207.09	120969.62	400	0.0033	2103703.26
2200 - 2600	767.83	767834.47	54627.38	400	0.0073	638389.25
2600 - 3000	809.35	809352.23	41517.76	400	0.0096	422981.02
3000 - 3400	869.73	869727.25	60375.02	400	0.0066	741747.23
3400 - 3800	916.75	916750.12	47022.87	400	0.0085	509839.76
3800 - 4200	957.03	957026.94	40276.82	400	0.0099	404159.48
4200 - 4600	968.72	968720.58	11693.64	400	0.0342	63225.84
4600 - 5000	971.59	971592.71	2872.13	400	0.1393	7696.20
			971592.71			18360242.11
						0.0028
PENDIENTE DEL CAUCE %:						0.28
BAJO MARAÑÓN						
RANGO DE ALTITUD	PROGRESIVA km	PROGRESIVA m	VARIACION " X " Li (m)	DIF. ALTITUD msnm	PENxTRAMOS S	Li / (S) ^ 0.5
100 - 250	96.08	96076.78	96076.78	150	0.0016	2431543.4
			96076.78			2431543.4
						0.00
PENDIENTE DEL CAUCE %:						0.16
CENEPÁ						
RANGO DE ALTITUD	PROGRESIVA km	PROGRESIVA m	VARIACION " X " Li (m)	DIF. ALTITUD msnm	PENxTRAMOS S	Li / (S) ^ 0.5
350 -450	65.45	65451.98	65451.98	100	0.0015	1674496.27
450 -550	78.64	78637.80	13185.82	100	0.0076	151412.15
550 - 650	97.22	97223.07	18585.27	100	0.0054	253368.90
650 -750	115.43	115433.66	18210.59	100	0.0055	245745.76
750 - 1000	170.00	169996.64	54562.98	250	0.0046	806078.09
1000 -1400	177.18	177178.30	7181.66	400	0.0557	30430.37
1400 - 1800	199.59	199590.09	22411.79	400	0.0178	167758.61
1800 - 2200	206.76	206755.67	7165.58	400	0.0558	30328.23
2200 -2600	209.88	209875.52	3119.85	400	0.1282	8713.06
2600 - 3000	210.02	210022.27	146.75	400	2.7257	88.89
			210022.27			3368420.32
						0.0039
PENDIENTE DEL CAUCE %:						0.39



HUALLAGA						
RANGO DE ALTITUD	PROGRESIVA km	PROGRESIVA m	VARIACION " X " Li (m)	DIF. ALTITUD msnm	PENxTRAMOS S	Li / (S) ^ 0.5
100 - 250	433.26	433257.59	433257.59	150	0.0003	23284860.47
250 - 350	573.72	573716.18	140458.59	100	0.0007	5264079.71
350 - 450	650.03	650033.50	76317.32	100	0.0013	2108310.96
450 - 550	780.47	780474.16	130440.66	100	0.0008	4711069.18
550 - 650	919.50	919499.64	139025.48	100	0.0007	5183720.83
650 - 750	962.60	962597.57	43097.93	100	0.0023	894714.79
750 - 1000	982.96	982956.84	20359.27	250	0.0123	183727.13
1000 - 1400	1014.22	1014215.98	31259.14	400	0.0128	276334.78
1400 - 1800	1039.08	1039080.87	24864.89	400	0.0161	196042.31
1800 - 2200	1102.58	1102579.38	63498.51	400	0.0063	800046.64
2200 - 2600	1139.92	1139921.09	37341.71	400	0.0107	360795.66
2600 - 3000	1162.93	1162926.92	23005.83	400	0.0174	174472.45
3000 - 3400	1177.21	1177211.06	14284.14	400	0.0280	85359.36
3400 - 3800	1190.20	1190198.33	12987.27	400	0.0308	74002.57
3800 - 4200	1208.91	1208911.47	18713.14	400	0.0214	127994.12
4200 - 4600	1223.05	1223046.25	14134.78	400	0.0283	84024.04
			1223046.25			43809555.01
						0.0008
PENDIENTE DEL CAUCE %:						0.08
MEDIO ALTO MARAÑÓN						
RANGO DE ALTITUD	PROGRESIVA km	PROGRESIVA m	VARIACION " X " Li (m)	DIF. ALTITUD msnm	PENxTRAMOS S	Li / (S) ^ 0.5
100 - 250	594.19	594189.04	594189.04	150	0.0003	37397392.78
250 - 350	682.67	682671.52	88482.48	100	0.0011	2632000.27
			682671.52			40029393.06
						0.0003
PENDIENTE DEL CAUCE %:						0.03
MEDIO BAJO MARAÑÓN						
RANGO DE ALTITUD	PROGRESIVA km	PROGRESIVA m	VARIACION " X " Li (m)	DIF. ALTITUD msnm	PENxTRAMOS S	Li / (S) ^ 0.5
100 - 250	269.15	269148.45	269148.45	150	0.0006	11400980.30
			269148.45			11400980.3
						0.0006
PENDIENTE DEL CAUCE %:						0.06
MEDIO MARAÑÓN						
RANGO DE ALTITUD	PROGRESIVA km	PROGRESIVA m	VARIACION " X " Li (m)	DIF. ALTITUD msnm	PENxTRAMOS S	Li / (S) ^ 0.5
100 - 250	132.73	132731.67	132731.67	150	0.0011	3948355.14
			132731.67			3948355.14
						0.0011
PENDIENTE DEL CAUCE %:						0.11
PASTAZA						
RANGO DE ALTITUD	PROGRESIVA km	PROGRESIVA m	VARIACION " X " Li (m)	DIF. ALTITUD msnm	PENxTRAMOS S	Li / (S) ^ 0.5
100 - 250	361.66	361656.15	361656.15	150	0.0004	17758167.46
250 - 350	432.29	432292.05	70635.90	100	0.0014	1877319.76
			432292.05			19635487.23
						0.0005
PENDIENTE DEL CAUCE %:						0.05
TIGRE						
RANGO DE ALTITUD	PROGRESIVA km	PROGRESIVA m	VARIACION " X " Li (m)	DIF. ALTITUD msnm	PENxTRAMOS S	Li / (S) ^ 0.5
100 - 250	409.63	409634.37	409634.37	150	0.0004	21406662.07
250 - 350	459.89	459891.27	50256.90	100	0.0020	1126661.74
			459891.27			22533323.81
						0.0004
PENDIENTE DEL CAUCE %:						0.04

TABLA 4.5 GRUPO DE ESTACIONES - PRECIPITACION

GRUPOS	ESTACIONES													
	Gueppi	Sta. Clotilde	Bartra	Sgto. Puño	Rimachi	Pantoja	Arica	Tnte. Lopez Soplín						
GRUPO 1														
GRUPO 2	Pto. Arturo	<b>Cabalococho</b>	Curaray	Chimbote	Corbata	Pto. Alegria	San Fernando							
GRUPO 3	Nauta	<b>Sta. Rita Castilla</b>	Sta. Maria Nana	Silvia Merino	San Roque	Sgto. Lores	Timicurrillo							
GRUPO 4	Tamanco	<b>Bagazan</b>	Flor Punga	Contamana	G. Herrera	Bretafia	Tamshillacu	Requena	Angamos				La Pedrera	Juancito
GRUPO 5	Yurimaguas	Pampa Hermosa	<b>San Ramon</b>	Orellana	Shanusi	Lagunas	Navarro	Sta. Cruz	Pelejo					
GRUPO 6	Imacita	Shumba Alta	<b>Bagua Chica</b>	Aramango	El Pintor									
GRUPO 7	<b>Imacita</b>	Borja	Sta. Maria Nieva	Barranca	Chiriaco									
GRUPO 8	Chontali	Jaen	Cascarilla	Pimpingos										
GRUPO 9	San Ignacio	<b>Shumba Alta</b>	Namballe	Crinos										
GRUPO 10	Naranjillo	<b>Rioja</b>	Moyobamba	Soritor	Jepelacio	Pacaypasa								
GRUPO 11	Lamas	<b>Tabalosos</b>	Pongo Carnachi	San Antonio	El Porvenir	Alao	Tarapoto	Sisa						
GRUPO 12	Chazuta	<b>Pullana</b>	Tingo Ponaza	Sauce	San Pablo	Picota								
GRUPO 13	Saposa	<b>Nuevo Lima</b>	Dos Mayo	Bellavista	Sacanche	La Unión	Juanji	Pachiza						
GRUPO 14	Leimebamba	<b>Jamalca</b>	Chachapoyas	Magunchal										
GRUPO 15	Espindola	<b>San Juan de los Alisos</b>	Lag. Seca	Talaneo	Salalala	Huancabamba	Pasapampa	Tapal						
GRUPO 16	Sondorillo	<b>Tabaconas</b>	Hda. Shumaya	Tuluca	Huarmaca	Canchaque	Sallique							
GRUPO 17	San Felipe	<b>Porculla</b>	El Limon	Pucara										
GRUPO 18	Huambos	<b>Cochabamba</b>	Cutervo	Cueva Blanca	Incahuasi	Querocotillo								
GRUPO 19	Chotano Lajlat	<b>Chugur</b>	Tacabamba	Chota										
GRUPO 20	Sn Juan Lacañ	<b>Bambamarca</b>	Qbda. Shugur	La Ilica										
GRUPO 21	La Encañada	<b>San Marcos</b>	Celendin	Sondor Matara	Huangacoc	Cajabamba	Huamachuco							
GRUPO 22	Tayabamba	<b>Mollepata</b>	Conchucos	Bildibuyo	Cajas									
GRUPO 23	Llanganuco	<b>Chancos</b>	Sihuas	Paron										
GRUPO 24	Huallanca	<b>Chavin</b>	Yanacocha	Cahuish	Uta	Chiquian	Milpo	Huaraz						
GRUPO 25	Cajatambo	<b>Oyon</b>	Lag. Cochaquillo	Lag. Surasaca	Yanahuanca									
GRUPO 26	La Divisoria	<b>Tingo María</b>	Cachicoto	La Morada	Uchiza	Aucayacu	Tulumayo	Aguaytia	El Maroma	Tocache				
GRUPO 27	Jacas Chico	<b>Huanuco</b>	Ambo Idma	Carpish	Chaglla	Pozuzo	Canchan							
GRUPO 28	San Rafael	<b>Cerro Pasco</b>	Huariaca	Atacocha										

En negrita estación patrón

**TABLA 4.6 PRECIPITACIÓN MEDIA AREAL (mm)**

UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ALTO MARAÑÓN	111.2	134.2	159.1	117.3	69.1	46.1	36.7	33.2	53.2	93.5	98.2	104.8
BAJO MARAÑÓN	209.7	218.2	242.3	228.4	196.5	156.7	142.6	141.5	162.6	196.2	219.0	220.3
CENEPA	201.0	221.6	251.9	226.0	209.6	168.7	164.1	158.6	159.1	173.8	186.0	190.8
HUALLAGA	173.9	182.3	213.4	164.5	117.8	87.9	73.8	74.2	102.9	151.2	173.9	166.5
MEDIO ALTO MARAÑÓN	184.7	188.3	235.9	208.7	221.5	172.0	148.9	141.4	143.8	181.5	197.4	194.6
MEDIO BAJO MARAÑÓN	183.8	182.0	225.6	203.0	176.7	142.9	125.6	113.5	140.3	162.2	186.8	196.3
MEDIO MARAÑÓN	167.9	166.5	209.5	176.1	174.4	141.3	113.4	102.3	137.6	139.3	175.9	188.5
PASTAZA	160.0	159.8	187.1	174.3	177.0	159.1	135.7	115.3	136.1	145.7	162.4	165.2
TIGRE	209.3	197.8	235.7	228.4	218.6	205.7	182.0	168.9	181.7	194.3	213.9	214.4
BORJA	159.8	174.6	203.0	168.7	133.3	100.4	87.0	80.7	95.7	145.7	151.6	158.3
<b>TOTAL</b>	160.9	169.5	202.75	168.45	138.3	109.85	94.35	88.75	108.8	142.55	158.5	159.7

**TABLA 4.7 GRUPO DE ESTACIONES - TEMPERATURA**

GRUPOS	ESTACIONES																	
	Sta. Clotilde	Requena	Borja	Caballococha	Iquitos	Contama	Barranca	Curaray	Sta. Clotilde	Yurimaguas	San Ramón	San Ramón	Imacita	Navarro	Shumba Alta	Timicurrillo	Chiriaco	
GRUPO 1	Gueppi	Requena	Borja	Caballococha	Iquitos	Contama	Barranca	Curaray	Sta. Clotilde	Yurimaguas	San Ramón	San Ramón	Imacita	Navarro	Shumba Alta	Timicurrillo	Chiriaco	
GRUPO 2	Juancito	Yurimaguas	San Ramón	Navarro	Imacita	Navarro	Imacita	Navarro	Chontali	Moyobamba	Rioja	Chachapoyas	Sisa	Juanji	Salala	Tingo Ponaza	El Porvenir	
GRUPO 3	Bagua Chica	Aramango	Sta. Maria Nieva	Cascarrilla	Rioja	Chachapoyas	Sisa	Juanji	Sala	Sala	Salala	Salala	Incahuasi	Incahuasi	Cajabamba	Huamachuco	Uchiza	
GRUPO 4	Jaen	Chontali	Cascarrilla	Namballe	Namballe	Chachapoyas	Sisa	Juanji	Salala	Salala	Salala	Salala	Incahuasi	Incahuasi	Cajabamba	Huamachuco	Uchiza	
GRUPO 5	Naranjillo	Moyobamba	Rioja	Chachapoyas	Chachapoyas	Chachapoyas	Sisa	Juanji	Salala	Salala	Salala	Salala	Incahuasi	Incahuasi	Cajabamba	Huamachuco	Uchiza	
GRUPO 6	Tabalosos	Pongo Caynachi	Lamas	La Unión	La Unión	La Unión	La Unión	La Unión	La Unión	La Unión	La Unión	La Unión	La Unión	La Unión	La Unión	La Unión	La Unión	
GRUPO 7	Saposos	Bellavista	La Unión	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	
GRUPO 8	Huancabamba	Huarmaca	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	Tablaconas	
GRUPO 9	El Limón	Tablaconas	Sallique	Sallique	Sallique	Sallique	Sallique	Sallique	Sallique	Sallique	Sallique	Sallique	Sallique	Sallique	Sallique	Sallique	Sallique	
GRUPO 10	Cutervo	Huambos	Cochabamba	Cochabamba	Cochabamba	Cochabamba	Cochabamba	Cochabamba	Cochabamba	Cochabamba	Cochabamba	Cochabamba	Cochabamba	Cochabamba	Cochabamba	Cochabamba	Cochabamba	
GRUPO 11	Chota	Tacabamba	Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	
GRUPO 12	Celendín	Sondor Matara	San Marcos	San Marcos	San Marcos	San Marcos	San Marcos	San Marcos	San Marcos	San Marcos	San Marcos	San Marcos	San Marcos	San Marcos	San Marcos	San Marcos	San Marcos	
GRUPO 13	Conchucos	Tayabamba	Huamachuco	Huamachuco	Huamachuco	Huamachuco	Huamachuco	Huamachuco	Huamachuco	Huamachuco	Huamachuco	Huamachuco	Huamachuco	Huamachuco	Huamachuco	Huamachuco	Huamachuco	
GRUPO 14	Ambo Idma	Huanuco	Cancha	Cancha	Cancha	Cancha	Cancha	Cancha	Cancha	Cancha	Cancha	Cancha	Cancha	Cancha	Cancha	Cancha	Cancha	
GRUPO 15	Jacas Chico	Llata	Huallanca	Huallanca	Huallanca	Huallanca	Huallanca	Huallanca	Huallanca	Huallanca	Huallanca	Huallanca	Huallanca	Huallanca	Huallanca	Huallanca	Huallanca	
GRUPO 16	Chavin	Llata	Huaraz	Huaraz	Huaraz	Huaraz	Huaraz	Huaraz	Huaraz	Huaraz	Huaraz	Huaraz	Huaraz	Huaraz	Huaraz	Huaraz	Huaraz	
GRUPO 17	Cajatambo	Cerro Pasco	Oyon	Oyon	Oyon	Oyon	Oyon	Oyon	Oyon	Oyon	Oyon	Oyon	Oyon	Oyon	Oyon	Oyon	Oyon	
GRUPO 18	Uchiza	La Morada	Aucayacu	Aucayacu	Aucayacu	Aucayacu	Aucayacu	Aucayacu	Aucayacu	Aucayacu	Aucayacu	Aucayacu	Aucayacu	Aucayacu	Aucayacu	Aucayacu	Aucayacu	

**Negrita estación Patrón**

TABLA 4.8 TEMPERATURAS MÁXIMAS, MEDIA Y MÍNIMAS VERSUS ALTITUD (1969 - 2010)

Estacion	ALTITUD msnm	LATITUD S	LONGITUD W	TEMPERATURA MEDIA (1969 - 2010)		
				Maxima	Media	Minima
SANTA CLOTILDE	150	-2.291	-73.405	31.6	26.2	21.9
GUEPPI	300	-0.070	-75.150	30.4	25.4	20.2
CABALLOCOCHA	107	-3.544	-70.304	31.8	26.9	22.4
CURARAY	200	-2.220	-74.070	30.9	25.9	21.0
REQUENA	128	-5.023	-73.501	31.6	26.7	21.6
JUANCITO	124	-6.034	-74.867	31.7	26.8	21.9
CONTAMANA	185	-7.211	-75.002	32.9	27.1	20.9
YURIMAGUAS	139	-5.894	-76.118	32.0	27.2	22.3
SAN RAMON	131	-5.949	-76.085	31.3	26.0	21.0
NAVARRO	145	-6.356	-75.779	31.1	26.2	21.1
IMACITA	300	-5.084	-78.367	30.6	24.9	21.1
BAGUA CHICA	410	-5.661	-78.542	32.2	26.5	20.8
JAEN	632	-5.678	-78.779	30.9	25.4	20.5
ARAMANGO	570	-5.423	-78.440	30.9	24.8	18.4
SHUMBA ALTA	820	-5.467	-78.784	31.9	25.4	19.5
BORJA	152	-4.450	-77.450	30.0	25.4	22.0
BARRANCA	150	-4.817	-76.700	31.8	25.9	21.4
CHIRIACO	281	-5.152	-78.288	30.4	25.2	21.0
SANTA MARIA DE NIE	227	-4.831	-77.940	31.3	25.5	22.0
LA CASCARILLA	1908	-5.678	-78.898	20.2	17.1	13.1
CHONTALI	1652	-5.644	-79.085	24.7	19.5	14.2
CHIRINOS	1528	-5.305	-78.915	22.2	18.4	14.8
SAN IGNACIO	740	-5.145	-78.997	26.6	21.3	15.3
NAMBALLE	677	-5.000	-79.089	31.1	24.2	16.7
NARANJILLO	900	-5.830	-77.390	29.4	23.0	17.6
RIOJA	818	-6.066	-77.160	28.2	22.8	18.0
MOYOBAMBA	842	-6.000	-76.967	28.9	23.0	17.9
PONGO DE CAYNARA	240	-6.334	-76.300	31.0	25.9	21.7
TABALOSOS	341	-6.406	-76.610	30.5	25.4	20.1
LAMAS	747	-6.424	-76.525	28.0	23.5	19.7
SISA	381	-6.617	-76.684	32.4	25.5	19.5
TARAPOTO	360	-6.467	-76.367	33.3	26.6	20.7
EL PORVENIR	202	-6.593	-76.322	32.5	26.3	20.8
SAUCE	600	-6.694	-76.203	29.2	23.8	18.5
TINGO DE PONAZA	240	-6.949	-76.254	32.6	26.4	19.4
SAPOSOA	312	-6.915	-76.779	32.8	26.5	21.0
BELLAVISTA	247	-7.051	-76.559	32.8	26.6	21.2
LA UNION	250	-7.169	-76.491	33.5	26.2	19.8
JUANJUI	275	-7.175	-76.734	32.1	27.0	20.8
PACHIZA	347	-7.281	-76.777	31.9	25.8	20.2
DOS DE MAYO (J. OLA	307	-7.407	-76.407	33.1	26.5	19.6
CHACHAPOYAS	2450	-6.209	-77.867	20.4	14.969	9.998
HUANCABAMBA	3177	-5.250	-79.550	24.1	18.326	12.517
SALALA	2800	-5.102	-79.458	16.115	12.018	7.298
TABACONAS	1801	-5.322	-79.288	21.859	17.408	13.201
HUARMACA	2142	-5.576	-79.525	19.267	14.923	12.081
SALLIQUE	1750	-5.650	-79.317	27.780	20.643	15.124
EL LIMON	1255	-5.932	-79.322	30.882	25.323	20.042
INCAHUASI	2650	-6.237	-79.339	15.287	11.065	6.412
HUAMBOS	2213	-6.458	-78.966	19.768	15.121	11.635
COCHABAMBA	1642	-6.460	-78.889	25.544	19.870	13.732
CUTERVO	2616	-6.379	-78.816	17.793	13.607	9.760
CHOTA	2426	-6.548	-78.649	21.463	15.549	9.627
TACABAMBA	2275	-6.384	-78.617	24.822	17.303	11.167
BAMBAMARCA	2577	-6.678	-78.525	19.737	14.684	9.873
CELENDIN	3050	-6.864	-78.118	19.087	14.149	8.731
SAN MARCOS	2298	-7.322	-78.169	24.606	18.104	10.540
SONDOR MATARA	2842	-7.220	-78.237	19.998	13.575	5.825
CAJABAMBA	2612	-7.627	-78.051	22.277	15.733	9.534
HUAMACHUCO	3290	-7.830	-78.051	18.021	12.323	6.066
COCHUCOS	3200	-8.267	-77.850	18.628	11.900	6.639
TAYABAMBA	3250	-8.284	-77.284	17.346	11.396	6.801
CHAVIN	3137	-9.586	-77.176	20.750	14.202	-
HUARAZ	3080	-9.517	-77.525	21.674	13.571	6.742
HUALLANCA	3796	-9.884	-76.950	15.835	10.052	4.138
LLATA	3239	-9.550	-76.784	16.911	10.646	2.702
OYON	3676	-10.667	-76.767	16.467	9.714	4.295
CAJATAMBO	4040	-10.467	-76.984	15.830	10.657	4.999
YANAHUANCA	3190	-10.491	-76.508	19.221	13.672	7.219
LAG. SURASACA	4546	-10.517	-76.784	9.532	4.223	-0.164
LA MORADA	542	-8.750	-76.150	29.849	23.746	29.325
UCHIZA	920	-8.584	-76.384	30.301	24.731	19.476
AUCAYACU	560	-8.930	-76.112	30.270	24.830	20.026
AGUAYTIA	270	-9.034	-75.508	30.638	25.709	20.331
TULUMAYO	1000	-9.100	-75.900	29.771	23.813	19.564
TINGO MARIA	644	-9.290	-76.005	29.662	23.863	19.634
CACHICOTO	1140	-9.184	-76.350	28.739	23.027	15.585
LA DIVISORIA	1410	-9.153	-75.847	22.191	18.367	14.908
EL MAROMAL	252	-8.584	-75.417	31.781	25.834	19.543
TOCACHE	528	-8.190	-76.550	30.534	24.731	20.527
CANCHAN	2550	-9.949	-76.288	26.401	20.199	12.959
JACAS CHICO	3673	-9.884	-76.500	12.334	8.035	4.029
POZUZO	1000	-10.051	-75.559	28.146	23.065	19.062
HUANUCO	2090	-9.966	-76.237	26.470	20.015	13.720
AMBO - IDMA	3025	-10.134	-76.167	26.209	19.484	12.232
HUARIACA	3355	-10.434	-76.184	20.801	14.142	6.739
CERO PASCO	4260	-10.694	-76.254	10.658	4.955	-
SAN RAFAEL	3060	-10.322	-76.169	22.091	-	9.549
IQUITOS	87	-3.743	-73.260	31.659	25.902	22.198

TABLA 4.9 VALORES MENSUALES DE EVAPOTRANSPIRACION DE REFERENCIA (Eto)  
PENMANN MONTEITH

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
AGUAYTIA	105.9	97.5	102.3	97.0	93.4	86.5	96.8	110.7	115.8	119.2	111.0	105.9
AMBO IDMA	117.4	100.9	109.6	108.4	113.0	108.7	117.7	129.5	126.6	137.2	127.4	123.3
ARAMANGO	102.4	88.0	95.9	90.1	86.7	79.0	87.4	101.1	101.1	107.7	103.3	102.6
AUCAYACU	113.0	100.5	106.6	103.8	102.0	96.3	102.6	118.6	121.4	129.9	120.5	115.5
BAGUA CHICA	136.1	118.4	128.9	117.3	113.5	102.8	123.8	147.1	151.5	158.4	150.2	142.8
BAMBAMARCA	92.4	81.1	87.4	81.8	83.2	77.9	87.2	100.8	97.6	101.4	98.5	97.7
BARRANCA	107.4	93.5	101.0	94.8	93.5	88.3	95.4	111.3	108.3	114.9	108.5	106.6
BELLAVISTA	167.7	146.4	148.3	134.3	127.2	109.9	120.5	133.3	143.6	154.3	152.9	155.3
BORJA	105.1	92.3	99.4	92.3	90.5	84.6	94.5	109.5	112.7	111.6	106.1	105.9
CABOLLOCOCHA	107.4	93.6	102.5	96.7	95.7	89.6	100.7	112.9	112.5	116.8	109.9	108.4
CACHICOTO	101.7	87.5	97.3	90.3	83.5	74.9	82.5	95.3	105.3	112.5	104.1	102.7
CAJABAMBA	113.2	95.7	98.6	95.8	102.6	100.6	118.2	126.5	122.4	120.0	115.9	113.8
CAJATAMBO	87.5	77.5	82.6	76.2	73.0	65.8	72.0	83.5	89.1	98.2	92.3	89.3
CANCHAN	113.8	100.0	107.1	102.3	106.3	104.9	105.0	114.9	122.1	132.4	123.3	120.6
CELENDIN	93.4	81.4	85.4	82.6	83.8	79.4	87.1	97.1	97.5	98.6	96.0	94.7
CERRO DE PASCO	75.6	66.8	70.8	66.8	66.5	61.5	66.6	75.2	77.3	84.3	80.0	77.4
CHACHAPOYAS	91.7	79.6	86.5	82.6	82.8	77.8	86.2	98.0	96.4	99.5	94.6	92.6
CHAVIN	95.9	83.9	88.3	83.1	83.2	76.6	84.1	95.4	99.4	106.5	100.4	97.9
CHIRIACO	98.8	86.4	94.6	89.2	88.0	80.3	89.3	100.6	102.6	108.9	103.1	101.4
CHIRINOS	92.4	79.3	86.3	82.9	80.9	76.9	88.1	108.4	110.8	107.2	98.4	94.6
CHONTALI	106.9	90.7	99.0	96.1	95.9	86.1	96.0	106.8	108.7	119.1	110.9	114.4
CHOTA	96.2	83.4	89.4	85.8	90.4	91.1	102.3	113.6	104.1	103.3	101.8	100.3
COCHABAMBA	106.5	91.2	98.7	92.7	93.5	90.3	99.4	111.3	110.6	115.2	109.2	108.5
CONCHUCOS	89.6	78.4	84.1	78.6	76.0	68.5	82.7	89.5	89.3	97.8	90.8	91.2
CONTAMANA	126.3	104.5	113.9	106.5	103.7	95.1	108.7	124.3	128.9	137.3	128.7	127.5
CURARAY	104.6	91.6	100.8	93.4	91.8	83.0	95.5	106.0	106.4	107.4	103.7	104.2
CUTERVO	86.3	75.5	82.8	77.0	77.3	70.3	78.1	87.5	91.1	96.9	93.1	90.0
DOS MAYO (J.OLAYA)	121.8	104.1	109.1	102.8	99.9	92.8	103.1	118.3	121.3	129.3	121.1	121.2
EL LIMON	132.9	113.3	125.3	119.1	120.2	112.1	122.9	138.8	144.0	148.3	141.3	139.4
EL MAROMAL	111.2	98.2	107.4	104.6	94.9	80.9	91.6	105.7	125.2	129.8	116.6	111.7
EL PORVENIR	117.0	102.1	107.5	98.8	97.4	90.9	103.5	113.8	115.7	124.2	114.9	117.4
GUEPPI	100.2	87.1	95.8	88.7	87.8	83.0	94.6	104.5	101.0	103.1	98.9	98.3
HUALLANCA	85.7	75.4	81.1	75.1	72.9	65.7	72.8	85.5	86.9	97.1	92.7	88.1
HUAMACHUCO	94.7	82.0	87.9	83.9	87.1	83.2	92.2	101.1	101.4	106.4	100.5	97.5
HUAMBOS	101.1	83.5	92.9	85.4	88.6	82.6	91.5	104.7	108.2	115.7	117.0	112.2
HUANCABAMBA	91.1	80.4	88.8	80.7	76.7	72.2	83.4	94.1	91.9	96.3	93.1	90.7
HUANUCO	112.4	99.5	105.3	99.7	103.7	93.4	103.3	114.6	113.4	123.5	117.7	113.1
HUAR HUAR (SALALA)	82.2	71.2	77.5	72.1	71.4	65.5	72.2	80.8	82.5	88.2	85.4	83.6
HUARMACA	90.1	77.3	83.3	76.2	75.8	75.2	87.7	98.5	96.6	99.3	94.0	92.4
IMACITA	100.2	87.1	96.3	89.7	88.5	81.6	90.1	101.3	102.1	108.7	103.2	102.1
INCAHUASI	78.2	68.2	75.0	70.4	69.8	67.0	73.7	82.3	82.4	86.3	81.0	79.3
JACAS CHICO	77.8	68.3	73.2	68.7	66.1	59.8	64.6	73.4	78.3	86.4	82.9	80.2
JAEN	108.5	94.9	107.0	97.6	99.1	81.4	95.9	114.8	119.7	125.2	121.1	117.2
JUANCITO	114.5	99.4	107.3	101.3	99.8	91.9	104.7	118.9	119.4	126.0	118.2	115.2
LA MORADA	116.7	101.7	110.3	104.7	104.3	94.0	103.1	115.9	119.9	128.2	121.8	117.8
LA UNION	108.5	94.9	107.0	97.6	99.1	81.4	95.9	114.8	119.7	125.2	121.1	117.2
LAMAS	111.1	96.0	101.0	92.9	90.4	83.2	91.6	104.3	108.5	115.2	110.0	112.3
LLATA	83.5	73.4	77.9	71.4	68.2	61.7	69.6	78.2	83.2	93.0	87.4	85.7
MOYOBAMBA	104.1	91.5	99.1	95.6	96.1	88.7	98.2	109.4	108.7	114.5	109.0	106.1
NAMBALLE	122.3	102.8	112.6	108.0	107.7	100.4	110.7	127.8	132.3	138.4	133.1	128.0
NARANJILLO	102.8	89.6	97.8	92.1	90.7	83.5	93.0	106.4	107.2	112.4	104.7	103.4
NAVARRO	116.4	101.8	109.8	103.5	102.8	96.4	109.3	124.1	123.6	128.3	118.1	118.5
PACHIZA	110.4	97.1	103.9	96.8	93.0	84.4	93.7	110.0	112.7	118.6	112.2	111.0
POZUZO	106.5	94.6	102.8	97.5	96.6	90.5	98.6	111.3	117.8	124.6	113.4	109.9
REQUENA	115.1	99.5	110.2	102.2	101.0	94.3	106.0	118.7	118.8	123.7	117.2	115.7
RIOJA	99.1	87.2	95.2	90.4	87.7	81.1	90.3	101.2	102.3	108.8	102.2	100.6
SALLIQUE	97.8	85.0	91.6	86.1	85.7	82.3	93.4	106.6	105.7	110.8	102.0	101.0
SAN IGNACIO	98.8	86.6	93.5	87.7	86.7	79.7	88.2	101.7	104.6	109.3	104.3	102.5
SAN MARCOS	115.9	97.7	103.0	101.8	104.3	96.5	107.6	120.0	120.2	126.8	125.1	117.9
SAN RAFAEL	104.3	91.3	96.8	93.9	96.1	91.7	103.3	111.3	115.2	124.0	115.8	109.6
SAN RAMON	114.0	100.1	106.6	103.9	104.8	97.3	109.0	120.5	125.9	129.7	117.9	115.8
STA. CLOTILDE	108.5	94.0	103.2	95.2	94.5	86.6	98.5	110.9	109.6	112.8	108.3	107.2
SAUCE	112.8	97.3	103.4	95.5	93.8	86.3	94.9	105.7	107.7	115.9	112.5	115.4
SHUMBA ALTA	114.8	100.6	110.1	101.2	100.0	92.5	103.5	118.2	117.7	125.6	117.6	115.8
SISA	118.3	102.9	110.1	102.9	101.4	94.8	102.5	116.7	121.8	121.3	116.7	115.9
SONDOR MATARA	97.6	83.5	88.0	84.4	87.9	89.8	99.1	111.3	104.6	103.8	101.9	98.0
STA. MARIA NIEVA	101.4	88.7	96.3	90.3	89.2	82.0	91.5	103.0	103.3	108.9	103.7	102.1
TABACONAS	99.5	83.5	93.7	86.9	86.1	79.6	90.0	103.4	105.4	114.0	113.3	105.5
TABALOSOS	108.4	93.0	98.8	91.2	88.2	80.7	89.7	102.2	104.7	113.6	108.2	107.9
TACABAMBA	109.0	95.8	103.5	96.7	97.8	91.0	101.8	112.2	113.5	118.8	112.6	111.4
TARAPOTO	128.3	104.8	111.5	101.9	99.9	92.8	103.8	117.9	122.0	129.1	123.2	130.7
TAYABAMBA	87.5	77.2	83.1	79.2	83.5	79.1	82.9	92.6	92.6	98.2	92.3	91.2
TINGO DE PONAZA	121.9	101.4	106.1	95.9	98.9	91.0	104.0	116.2	116.4	125.3	122.5	122.5
TINGO MARIA	103.8	91.8	100.2	94.7	89.8	91.2	91.8	104.5	106.1	119.3	112.2	105.6
TULUMAYO	105.7	91.8	99.3	101.1	98.4	91.1	98.3	109.4	112.5	120.6	112.4	111.7
UCHIZA	107.9	95.0	102.3	95.9	93.7	86.0	94.4	106.8	109.3	118.1	111.2	110.0
YANAHUANCA	87.6	77.2	81.8	75.0	71.1	62.8	69.9	82.1	88.3	96.9	92.1	89.3
YURIMAGUAS	117.6	98.9	105.1	99.4	98.3	88.7	100.3	112.7	115.4	122.8	119.6	119.7





**TABLA N°4.10: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : <b>BAGUA CHICA</b>											
	Latitude : <b>-5.661</b> -6.10 -0.106 rad											
	Altitude : <b>410</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =	0.5	alpha=					
	Albedo	alpha =		0.23								
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =	0.1						
		al =		0.34	bl =	-0.139						
Instrument height	wind		temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa			
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
	Canopy resistance		rc =	69.502363	85.980477	11.99						
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	32.36	32.16	32.07	31.93	31.62	30.98	31.04	31.86	32.66	33.27	33.51	32.99
Tmin	20.91	21.19	21.27	21.41	21.07	20.44	19.54	19.97	20.34	21.15	21.19	21.13
RHmean	75.11	76.52	77.79	78.13	79.14	78.69	75.33	73.04	72.55	72.13	71.96	73.54
RHmin	50.71	52.64	53.87	54.70	55.27	54.89	50.53	48.35	47.33	47.53	47.06	48.93
Wind (km/d)	177.33	164.16	160.25	136.39	130.83	139.27	197.49	261.87	254.06	228.96	182.06	182.88
Sunhours	4.46	4.23	4.46	4.93	5.35	4.95	5.65	5.88	5.70	5.62	6.10	4.89
ET fao	4.39	4.23	4.16	3.91	3.66	3.43	3.99	4.74	5.05	5.11	5.01	4.61

**TABLA N°4.11: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : <b>BAMBAMARCA</b>											
	Latitude : <b>-6.678</b> -7.13 -0.124 rad											
	Altitude : <b>2577</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =	0.5	alpha=					
	Albedo	alpha =		0.23								
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =	0.1						
		al =		0.34	bl =	-0.139						
Instrument height	wind		temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa			
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
	Canopy resistance		rc =	69.502363	85.980477	11.99						
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	19.38	19.27	19.32	19.48	19.61	19.34	19.40	20.16	20.37	20.32	20.33	19.86
Tmin	10.42	10.72	10.72	10.71	9.94	8.77	8.09	8.41	10.03	10.37	9.98	10.32
RHmean	79.99	82.17	82.83	83.25	81.56	79.81	77.40	74.33	76.02	77.02	75.89	78.48
RHmin	57.51	60.09	60.45	60.37	56.90	53.48	50.14	47.33	51.64	53.22	51.51	55.12
Wind (km/d)	113.32	87.69	78.04	66.91	74.15	86.54	125.84	176.66	139.76	106.83	104.73	118.83
Sunhours	4.09	3.89	3.92	4.67	5.86	6.24	6.60	6.44	5.57	5.24	5.17	4.83
ET fao	2.98	2.90	2.82	2.73	2.68	2.60	2.81	3.25	3.25	3.27	3.28	3.15

**TABLA N°4.12: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : <b>CAJABAMBA</b>											
	Latitude : <b>-7.627</b> -8.04 -0.140 rad											
	Altitude : <b>2612</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =	0.5	alpha=					
	Albedo	alpha =		0.23								
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =	0.1						
		al =		0.34	bl =	-0.139						
Instrument height	wind		temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa			
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
	Canopy resistance		rc =	69.502363	85.980477	11.99						
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	22.01	21.47	21.37	21.63	22.31	22.27	22.38	22.85	23.12	22.96	22.62	22.34
Tmin	10.44	10.61	10.55	10.47	9.37	8.32	7.49	8.07	9.34	9.89	9.65	10.21
RHmean	72.94	74.96	78.16	76.99	73.80	73.40	68.32	68.94	67.79	71.21	71.11	72.62
RHmin	47.19	49.95	52.15	50.64	44.88	42.52	37.84	38.48	39.77	43.17	43.25	45.86
Wind (km/d)	186.03	170.66	166.65	157.81	168.98	212.60	258.12	266.79	225.00	202.30	177.86	184.56
Sunhours	4.92	4.26	3.90	5.18	6.69	7.03	7.76	7.50	6.36	5.24	5.62	4.96
ET fao	3.65	3.42	3.18	3.19	3.31	3.35	3.81	4.08	4.08	3.87	3.86	3.67

**TABLA N°4.13: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : <b>CELENDIN</b>											
	Latitude : <b>-6.8642</b> -7.44 -0.130 rad											
	Altitude : <b>3050</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =	0.5	alpha=					
	Albedo	alpha =		0.23								
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =	0.1						
		al =		0.34	bl =	-0.139						
Instrument height	wind		temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa			
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
	Canopy resistance		rc =	69.502363	85.980477	11.99						
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	18.81	18.38	18.29	18.65	19.18	18.96	18.90	19.56	19.89	19.84	19.47	19.12
Tmin	9.88	10.12	10.17	9.94	8.81	7.38	6.05	6.39	7.71	9.07	9.40	9.85
RHmean	81.22	83.17	83.48	82.86	81.21	78.68	77.07	75.97	76.76	77.96	78.55	80.08
RHmin	58.37	61.45	62.02	60.09	54.86	50.25	46.32	45.10	47.86	51.86	53.83	56.78
Wind (km/d)	113.58	108.58	99.49	101.49	109.92	118.69	122.86	133.85	129.00	116.39	112.19	113.16
Sunhours	4.35	3.98	3.65	4.73	5.65	6.08	6.66	6.72	5.82	4.85	4.99	4.53
ET fao	3.01	2.91	2.75	2.75	2.70	2.65	2.81	3.13	3.25	3.18	3.20	3.05



TABLA N°4.14: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name :	CHOTA										
	Latitude :	-6.548	-6.91	-0.121	rad							
	Altitude :	2426 m.										
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =		0.5	alpha=				
	Albedo	alpha =		0.23	b =		0.1					
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =		0.1					
		al =		0.34	bl =		-0.139					
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	20.98	20.90	20.87	21.35	21.61	21.45	21.29	21.99	22.01	21.84	21.83	21.43
Tmin	10.17	10.27	10.42	10.18	9.48	8.41	8.18	8.59	9.80	10.01	9.80	10.23
RHmean	83.73	85.15	85.85	85.31	84.15	82.29	80.71	77.89	77.80	80.98	81.04	81.64
RHmin	55.82	57.20	58.14	56.04	52.96	49.61	48.45	46.28	48.86	51.72	51.31	53.58
Wind (km/d)	209.36	214.36	183.75	164.07	185.15	245.15	284.82	286.87	208.79	186.34	207.71	197.65
Sunhours	3.83	3.28	3.41	4.17	5.37	6.01	6.91	6.78	5.24	4.48	4.58	4.28
ET fao	3.10	2.98	2.88	2.86	2.92	3.04	3.30	3.67	3.47	3.33	3.39	3.24

TABLA N°4.15: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name :	HUAMBOS										
	Latitude :	-6.458	-6.76	-0.118	rad							
	Altitude :	2213 m.										
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =		0.5	alpha=				
	Albedo	alpha =		0.23	b =		0.1					
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =		0.1					
		al =		0.34	bl =		-0.139					
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	19.71	19.60	19.54	19.62	19.42	18.72	18.38	19.31	20.17	20.93	21.21	20.59
Tmin	11.73	12.06	12.08	12.43	12.18	11.60	10.82	11.17	11.60	11.34	11.10	11.50
RHmean	84.30	86.53	85.94	87.08	85.71	84.44	83.16	81.17	80.58	80.28	78.38	80.88
RHmin	63.23	66.05	65.79	67.42	66.21	65.44	63.26	60.41	59.04	56.44	53.93	58.04
Wind (km/d)	483.28	450.57	433.10	459.37	489.68	568.95	660.47	629.54	535.32	439.76	388.86	447.31
Sunhours	5.29	4.30	4.58	5.13	6.21	5.94	6.72	7.08	6.49	5.99	6.45	5.85
ET fao	3.26	2.98	3.00	2.85	2.86	2.75	2.95	3.38	3.61	3.73	3.90	3.62

TABLA N°4.16: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name :	HUANCABAMBA										
	Latitude :	-5.250	-5.42	-0.095	rad							
	Altitude :	3177 m.										
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =		0.5	alpha=				
	Albedo	alpha =		0.23	b =		0.1					
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =		0.1					
		al =		0.34	bl =		-0.139					
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	24.16	23.81	24.09	24.09	23.97	23.17	23.02	23.39	24.16	25.16	25.78	25.00
Tmin	12.73	13.24	13.21	13.15	12.46	12.18	11.77	12.08	12.44	12.44	12.01	12.51
RHmean	70.77	72.60	72.84	72.88	71.25	68.34	65.11	64.43	64.93	65.76	65.98	68.59
RHmin	46.46	49.40	48.96	48.85	46.57	45.56	42.89	42.37	42.06	40.89	39.22	43.09
Wind (km/d)	29.21	22.22	17.28	12.14	18.72	38.77	78.79	91.54	48.14	31.68	17.28	20.37
Sunhours	3.27	2.97	3.23	3.45	3.48	3.47	3.65	4.01	3.98	3.89	4.22	3.47
ET fao	2.94	2.87	2.87	2.69	2.48	2.41	2.69	3.04	3.06	3.11	3.10	2.93

TABLA N°4.17: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name :	JAEN										
	Latitude :	-5.678	-6.13	-0.107	rad							
	Altitude :	632 m.										
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =		0.5	alpha=				
	Albedo	alpha =		0.23	b =		0.1					
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =		0.1					
		al =		0.34	bl =		-0.139					
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	30.81	30.54	30.51	30.68	30.37	29.92	29.92	31.05	31.85	31.98	32.11	31.59
Tmin	20.70	20.77	20.77	20.85	20.67	19.99	19.41	19.79	20.46	20.67	20.90	20.82
RHmean	74.51	76.51	77.36	77.33	77.83	77.28	74.33	71.75	69.44	70.24	69.97	72.45
RHmin	52.83	54.94	55.63	55.44	56.04	55.05	51.73	48.61	46.92	47.64	47.66	50.16
Wind (km/d)	61.60	67.36	67.79	78.36	75.68	80.06	92.92	101.42	94.01	82.08	77.98	74.11
Sunhours	3.73	3.18	3.73	3.58	4.64	2.85	4.08	5.28	5.12	5.01	5.09	4.44
ET fao	3.50	3.39	3.45	3.25	3.20	2.71	3.10	3.70	3.99	4.04	4.04	3.78



**TABLA N°4.18: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	LA UNION										
	Latitude :	-7.169	-7.28	-0.127	rad							
	Altitude :	250	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =	0.5	alpha=					
	Albedo	alpha =		0.23								
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =	0.1						
		al =		0.34	bl =	-0.139						
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	Grass	Alfalfa	11.99								
		69.502363	85.980477									
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	34.22	33.77	32.85	32.67	32.74	32.50	32.84	33.84	34.41	34.47	34.20	34.06
Tmin	20.49	20.55	20.45	20.41	19.89	19.03	18.32	18.36	19.02	20.03	20.45	20.54
RHmean	81.77	83.43	85.24	85.87	85.22	84.75	84.39	83.92	82.57	82.49	82.72	83.16
RHmin	50.57	52.63	55.43	56.14	54.38	52.61	50.12	47.99	47.55	49.55	51.09	51.86
Wind (km/d)	71.68	73.03	45.86	43.11	33.80	31.65	38.62	37.72	46.41	53.14	53.71	51.85
Sunhours	4.52	3.88	3.60	4.25	5.06	5.07	5.82	5.90	5.36	5.40	5.36	4.75
ET fao	3.90	3.73	3.38	3.26	3.10	2.89	3.15	3.49	3.77	4.00	4.01	3.81

**TABLA N°4.19: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	SAN RAMON										
	Latitude :	-5.949	-6.58	-0.115	rad							
	Altitude :	131	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =	0.5	alpha=					
	Albedo	alpha =		0.23								
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =	0.1						
		al =		0.34	bl =	-0.139						
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	Grass	Alfalfa	11.99								
		69.502363	85.980477									
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	31.19	31.13	30.84	31.08	31.06	30.86	31.04	31.89	32.16	31.96	31.35	31.19
Tmin	21.51	21.51	21.47	21.47	21.01	20.29	19.75	19.92	20.47	21.21	21.49	21.56
RHmean	82.53	84.33	84.51	83.60	82.89	82.66	80.86	79.46	79.41	80.83	82.39	82.87
RHmin	59.58	61.02	61.70	60.49	58.96	57.58	54.73	52.44	53.06	56.08	59.09	59.96
Wind (km/d)	81.35	72.38	73.43	75.79	65.85	64.58	86.93	76.56	99.03	92.88	90.72	70.01
Sunhours	4.45	4.11	3.91	4.87	5.94	6.30	6.77	7.06	6.46	6.01	5.27	4.97
ET fao	3.68	3.57	3.44	3.46	3.38	3.24	3.52	3.89	4.20	4.18	3.93	3.74

**TABLA N°4.20: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	TULUMAYO										
	Latitude :	-9.100	-9.17	-0.160	rad							
	Altitude :	1000	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =	0.5	alpha=					
	Albedo	alpha =		0.23								
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =	0.1						
		al =		0.34	bl =	-0.139						
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa						
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947						
Canopy resistance	rc =	Grass	Alfalfa	11.99								
		69.502363	85.980477									
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	29.40	29.16	29.43	29.94	29.73	29.20	29.27	30.11	30.49	30.60	30.21	29.72
Tmin	20.08	20.05	20.05	20.04	19.76	19.03	18.44	18.52	18.92	19.64	20.12	20.12
RHmean	84.66	87.86	87.03	86.29	85.53	85.68	85.10	83.14	82.51	82.87	85.39	86.17
RHmin	61.69	64.49	63.29	61.55	60.81	60.32	58.33	55.38	55.07	56.76	60.48	62.18
Wind (km/d)	59.01	53.88	54.24	51.81	45.14	49.00	54.35	58.80	64.27	60.75	50.66	72.73
Sunhours	3.78	3.45	3.55	5.32	6.08	6.57	6.84	6.70	5.86	5.59	5.06	4.46
ET fao	3.41	3.28	3.20	3.37	3.17	3.04	3.17	3.53	3.75	3.89	3.75	3.60

**TABLA N°4.21: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	AGUAYTIA										
	Latitude :	-9.0339	-9.06	-0.158	rad							
	Altitude :	270	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =	0.5	alpha=					
	Albedo	alpha =		0.23								
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =	0.1						
		al =		0.34	bl =	-0.139						
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	Grass	Alfalfa	11.99								
		69.502363	85.980477									
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	30.33	29.99	30.26	30.65	29.97	29.88	30.04	31.48	31.83	31.67	31.09	30.47
Tmin	20.56	20.62	20.62	20.87	20.16	19.86	19.35	19.89	20.09	20.59	20.71	20.64
RHmean	83.47	83.79	84.11	84.18	83.49	83.13	82.56	81.73	81.39	81.42	82.44	83.02
RHmin	59.91	61.06	60.68	60.44	59.77	59.02	57.07	54.69	54.20	55.69	57.88	59.48
Wind (km/d)	87.87	142.31	83.32	75.91	84.99	79.97	91.50	73.34	70.66	72.21	79.20	72.99
Sunhours	3.38	3.10	3.47	4.33	4.56	5.04	5.61	6.33	5.89	5.02	4.37	3.55
ET fao	3.42	3.48	3.30	3.23	3.01	2.88	3.12	3.57	3.86	3.84	3.70	3.41





TABLA N°4.22: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name : <b>AMBO IDMA</b>											
	Latitude : <b>-10.134</b> -10.22 -0.178 rad											
	Altitude : <b>3025</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a = 0.25		b = 0.5		alpha=						
	Albedo	alpha = 0.23										
	Long Wave Rad.	a = 0.9		b = 0.1								
		al = 0.34		bl = -0.139								
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	Grass 69.502363	Alfalfa 85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmin	13.53	13.56	13.44	13.02	11.68	10.31	9.50	10.57	11.84	12.62	13.30	13.43
RHmean	80.58	81.06	80.85	78.49	75.84	75.40	74.43	75.14	75.37	75.62	77.31	78.21
RHmin	51.05	53.16	52.58	48.17	42.37	40.18	38.65	40.47	42.94	44.20	47.09	48.84
Wind (km/d)	236.84	220.59	229.25	236.34	236.43	261.68	270.24	302.32	261.15	269.04	266.15	251.68
Sunhours	3.78	3.56	3.68	4.45	5.02	5.12	5.63	6.00	5.53	5.43	4.84	4.07
ET fao	3.79	3.60	3.53	3.61	3.65	3.62	3.80	4.18	4.22	4.43	4.25	3.98

TABLA N°4.23: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name : <b>ARAMANGO</b>											
	Latitude : <b>-5.423</b> -5.71 -0.100 rad											
	Altitude : <b>570</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a = 0.25		b = 0.5		alpha=						
	Albedo	alpha = 0.23										
	Long Wave Rad.	a = 0.9		b = 0.1								
		al = 0.34		bl = -0.139								
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	Grass 69.502363	Alfalfa 85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	30.62	30.43	31.36	31.08	30.47	29.58	29.42	30.42	31.22	31.84	32.11	31.95
Tmin	18.98	18.77	18.43	18.61	18.61	18.16	17.70	17.15	17.73	18.56	19.16	19.10
RHmean	85.09	85.80	86.23	86.88	87.04	86.92	85.65	84.37	83.86	84.29	84.72	84.96
RHmin	56.65	57.08	54.53	55.97	57.42	58.20	56.61	52.39	51.73	52.61	53.70	54.04
Wind (km/d)	32.63	21.27	18.65	21.27	9.91	11.07	13.40	30.59	18.65	15.13	17.03	18.92
Sunhours	3.88	3.37	3.40	3.83	4.32	4.43	5.18	5.65	5.05	4.82	4.57	4.11
ET fao	3.30	3.14	3.09	3.00	2.80	2.63	2.82	3.26	3.37	3.48	3.44	3.31

TABLA N°4.24: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name : <b>AUCAYACU</b>											
	Latitude : <b>-8.930</b> -9.55 -0.167 rad											
	Altitude : <b>560</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a = 0.25		b = 0.5		alpha=						
	Albedo	alpha = 0.23										
	Long Wave Rad.	a = 0.9		b = 0.1								
		al = 0.34		bl = -0.139								
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	Grass 69.502363	Alfalfa 85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	29.87	29.74	29.79	30.30	30.35	30.03	29.97	30.75	30.97	30.81	30.53	30.13
Tmin	20.46	20.45	20.57	20.40	20.21	19.67	19.11	19.24	19.54	19.93	20.29	20.45
RHmean	83.02	83.85	83.90	83.51	81.29	81.29	82.12	81.25	81.55	81.49	83.61	83.69
RHmin	60.36	61.23	61.43	59.63	57.49	56.94	56.35	54.45	54.85	56.03	58.92	60.25
Wind (km/d)	130.23	149.96	126.28	154.89	137.13	159.82	147.98	170.67	168.70	169.69	172.65	141.08
Sunhours	3.81	3.51	3.61	4.28	4.82	4.92	5.49	5.90	5.40	5.27	4.76	4.08
ET fao	3.65	3.59	3.44	3.46	3.29	3.21	3.31	3.83	4.05	4.19	4.02	3.73

TABLA N°4.25: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name : <b>BARRANCA</b>											
	Latitude : <b>-4.817</b> -5.36 -0.094 rad											
	Altitude : <b>150</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a = 0.25		b = 0.5		alpha=						
	Albedo	alpha = 0.23										
	Long Wave Rad.	a = 0.9		b = 0.1								
		al = 0.34		bl = -0.139								
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	Grass 69.502363	Alfalfa 85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	31.93	31.81	31.47	31.63	31.69	31.43	31.49	31.99	32.01	32.18	31.83	31.81
Tmin	21.66	21.67	21.51	21.43	21.37	21.34	21.02	21.15	21.20	21.38	21.55	21.68
RHmean	85.36	86.14	86.59	87.33	87.63	87.55	86.17	84.81	84.27	84.77	85.10	85.28
RHmin	60.33	61.20	61.89	61.86	61.78	62.26	60.36	58.63	58.31	58.75	60.12	60.61
Wind (km/d)	65.39	57.87	51.33	57.71	54.98	77.77	44.39	79.83	48.92	59.88	60.39	52.72
Sunhours	3.89	3.35	3.37	3.74	4.23	4.34	5.12	5.60	4.98	4.75	4.54	4.11
ET fao	3.47	3.34	3.26	3.16	3.01	2.94	3.08	3.59	3.61	3.71	3.62	3.44



**TABLA N°4.26: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : <b>BELLAVISTA</b>											
	Latitude : <b>-7.051</b> -7.08 -0.124 rad											
	Altitude : <b>247</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad			a =	0.25	b =	0.5	alpha=				
	Albedo			alpha =	0.23							
	Long Wave Rad.			a =	0.9	b =	0.1					
				al =	0.34	bl =	-0.139					
Instrument height	wind			temp	Cropheight	AeroT Cff		Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa	
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	Gamma*Cff		Gamma*Cff	Gamma*Cff	Gamma*Cff	
		Grass	Alfalfa									
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	33.31	32.85	32.21	32.03	32.10	31.91	32.09	33.06	33.45	33.66	33.42	33.34
Tmin	21.77	21.83	21.83	21.77	21.25	20.49	19.82	19.92	20.48	21.49	21.91	21.90
RHmean	21.77	21.83	21.83	21.77	21.25	20.49	19.82	19.92	20.48	21.49	21.91	21.90
RHmin	14.69	15.02	15.38	15.41	14.70	13.83	12.92	12.57	13.04	14.16	14.81	14.84
Wind (km/d)	130.12	123.69	105.50	100.86	89.69	76.88	81.74	88.37	99.76	98.74	103.73	104.39
Sunhours	4.26	3.84	3.85	4.10	5.09	5.03	5.71	5.47	5.05	5.26	5.30	4.83
ET fao	5.41	5.23	4.78	4.48	4.10	3.66	3.89	4.30	4.79	4.98	5.10	5.01

**TABLA N°4.27: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : <b>BORIA</b>											
	Latitude : <b>-4.450</b> -4.75 -0.083 rad											
	Altitude : <b>152</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad			a =	0.25	b =	0.5	alpha=				
	Albedo			alpha =	0.23							
	Long Wave Rad.			a =	0.9	b =	0.1					
				al =	0.34	bl =	-0.139					
Instrument height	wind			temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa		
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	Gamma*Cff		Gamma*Cff	Gamma*Cff	Gamma*Cff	
		Grass	Alfalfa									
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	29.61	29.75	29.81	29.80	29.82	29.27	29.55	30.09	30.49	30.98	30.64	30.35
Tmin	22.15	22.16	22.09	21.69	21.79	21.65	21.34	21.44	21.52	22.02	22.16	21.92
RHmean	85.52	86.34	86.80	87.61	87.99	87.94	86.48	85.08	84.52	85.07	85.33	85.48
RHmin	66.94	67.29	67.31	66.96	67.47	68.36	65.79	63.74	62.60	63.12	64.42	64.63
Wind (km/d)	95.86	102.45	73.44	62.13	53.86	73.67	67.58	107.67	143.79	58.01	61.71	78.38
Sunhours	3.90	3.33	3.34	3.70	4.18	4.29	5.09	5.57	4.95	4.70	4.52	4.12
ET fao	3.39	3.30	3.21	3.08	2.92	2.82	3.05	3.53	3.76	3.60	3.54	3.42

**TABLA N°4.28: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : <b>CABALLOCOCHA</b>											
	Latitude : <b>-3.544</b> -3.91 -0.068 rad											
	Altitude : <b>107</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad			a =	0.25	b =	0.5	alpha=				
	Albedo			alpha =	0.23							
	Long Wave Rad.			a =	0.9	b =	0.1					
				al =	0.34	bl =	-0.139					
Instrument height	wind			temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa		
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	Gamma*Cff		Gamma*Cff	Gamma*Cff	Gamma*Cff	
		Grass	Alfalfa									
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	31.60	31.49	31.52	31.56	31.31	31.18	31.37	32.15	32.51	32.58	32.37	31.93
Tmin	22.34	22.39	22.29	22.42	22.32	21.63	21.40	21.55	21.74	22.23	22.48	22.67
RHmean	88.52	88.83	88.50	88.95	88.75	88.83	87.92	86.19	86.31	87.10	87.82	88.84
RHmin	65.03	65.66	65.09	65.66	65.84	64.47	62.78	60.20	59.94	61.50	63.09	65.33
Wind (km/d)	98.19	96.59	88.35	99.92	89.72	98.91	102.61	94.00	95.42	99.84	94.04	100.68
Sunhours	3.92	3.30	3.29	3.58	4.05	4.16	5.01	5.51	4.86	4.58	4.47	4.12
ET fao	3.47	3.34	3.31	3.22	3.09	2.99	3.25	3.64	3.75	3.77	3.66	3.50

**TABLA N°4.29: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : <b>CACHICOTO</b>											
	Latitude : <b>-9.1836</b> -9.31 -0.162 rad											
	Altitude : <b>1140</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad			a =	0.25	b =	0.5	alpha=				
	Albedo			alpha =	0.23							
	Long Wave Rad.			a =	0.9	b =	0.1					
				al =	0.34	bl =	-0.139					
Instrument height	wind			temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa		
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	Gamma*Cff		Gamma*Cff	Gamma*Cff	Gamma*Cff	
		Grass	Alfalfa									
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	28.16	28.02	28.66	28.87	28.93	28.39	28.36	28.90	29.24	29.36	29.10	28.87
Tmin	16.04	16.00	16.06	16.03	15.81	15.32	14.51	14.72	15.09	15.72	15.85	15.87
RHmean	83.40	83.71	84.02	84.07	83.35	82.98	82.44	81.63	81.29	81.31	82.35	82.95
RHmin	53.94	54.32	53.32	52.83	51.76	51.53	49.41	48.32	48.28	49.42	50.88	51.77
Wind (km/d)	48.37	26.98	51.41	44.29	17.82	15.27	18.33	23.92	61.09	45.81	28.91	36.54
Sunhours	3.80	3.52	3.62	4.32	4.86	4.96	5.52	5.92	5.43	5.30	4.78	4.08
ET fao	3.28	3.12	3.14	3.01	2.69	2.50	2.66	3.07	3.51	3.63	3.47	3.31



**TABLA N°4.30: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	<b>CAJATAMBO</b>										
	Latitude :	<b>-10.467</b>	-10.78	-0.188	rad							
	Altitude :	<b>4040</b>	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =	0.25	b =	0.5	alpha =						
	Albedo	alpha =	0.23									
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	Grass	Alfalfa	11.99								
		69.502363	85.980477									
	<b>JAN</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>APR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AUG</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>
<b>Tmax</b>	15.00	14.80	14.84	15.68	16.21	16.16	16.26	16.84	16.88	16.37	15.87	15.05
<b>Tmin</b>	10.44	10.61	10.55	10.47	9.37	8.32	7.49	8.07	9.34	9.89	9.65	10.21
<b>RHmean</b>	82.84	83.00	83.27	83.12	82.11	81.66	81.38	80.73	80.45	80.31	81.57	82.28
<b>RHmin</b>	70.55	71.68	71.63	69.10	64.00	61.04	58.44	58.10	61.01	63.54	65.16	69.34
<b>Wind (km/d)</b>	78.78	65.54	55.88	40.01	58.90	69.31	71.51	81.62	86.31	79.10	72.33	62.28
<b>Sunhours</b>	3.78	3.57	3.70	4.49	5.08	5.18	5.67	6.03	5.56	5.47	4.86	4.07
<b>ET fao</b>	<b>2.82</b>	<b>2.77</b>	<b>2.66</b>	<b>2.54</b>	<b>2.35</b>	<b>2.19</b>	<b>2.32</b>	<b>2.69</b>	<b>2.97</b>	<b>3.17</b>	<b>3.08</b>	<b>2.88</b>

**TABLA N°4.31: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	<b>CANCHAN</b>										
	Latitude :	<b>-9.949</b>	-10.58	-0.185	rad							
	Altitude :	<b>2550</b>	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =	0.25	b =	0.5	alpha =						
	Albedo	alpha =	0.23									
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	Grass	Alfalfa	11.99								
		69.502363	85.980477									
	<b>JAN</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>APR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AUG</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>
<b>Tmax</b>	26.25	26.16	25.76	26.42	26.66	26.18	25.83	26.25	26.67	26.95	27.09	26.59
<b>Tmin</b>	14.53	14.49	14.42	13.58	12.04	10.67	10.08	10.81	12.47	13.66	14.21	14.54
<b>RHmean</b>	81.66	83.03	82.59	81.08	79.37	79.06	78.63	76.92	77.29	78.05	77.54	79.04
<b>RHmin</b>	53.35	54.34	54.75	50.45	45.55	43.38	42.55	42.35	45.23	47.68	48.27	50.95
<b>Wind (km/d)</b>	195.93	201.23	203.25	186.60	213.82	271.29	211.06	198.25	242.66	255.66	210.35	221.38
<b>Sunhours</b>	3.79	3.55	3.67	4.42	4.99	5.09	5.61	5.99	5.51	5.40	4.82	4.07
<b>ET fao</b>	<b>3.67</b>	<b>3.57</b>	<b>3.46</b>	<b>3.41</b>	<b>3.43</b>	<b>3.50</b>	<b>3.39</b>	<b>3.71</b>	<b>4.07</b>	<b>4.27</b>	<b>4.11</b>	<b>3.89</b>

**TABLA N°4.32: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	<b>CERRO DE PASCO</b>										
	Latitude :	<b>-10.694</b>	-11.16	-0.195	rad							
	Altitude :	<b>4260</b>	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =	0.25	b =	0.5	alpha =						
	Albedo	alpha =	0.23									
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	Grass	Alfalfa	11.99								
		69.502363	85.980477									
	<b>JAN</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>APR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AUG</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>
<b>Tmax</b>	10.36	10.17	10.00	10.56	11.09	10.64	10.47	11.01	10.96	10.98	11.20	10.45
<b>Tmin</b>	0.64	0.59	0.71	-0.02	-0.98	-2.23	-2.84	-2.84	-1.76	-0.78	0.03	0.53
<b>RHmean</b>	82.74	82.88	83.14	82.95	81.89	81.43	81.19	80.56	80.29	80.13	81.43	82.16
<b>RHmin</b>	55.78	56.23	57.17	53.69	49.30	46.90	45.64	44.13	46.68	48.96	51.32	54.88
<b>Wind (km/d)</b>	202.07	194.17	184.46	194.85	207.27	228.94	247.00	230.07	212.46	205.01	188.75	191.01
<b>Sunhours</b>	3.78	3.58	3.72	4.52	5.11	5.21	5.69	6.05	5.58	5.50	4.87	4.07
<b>ET fao</b>	<b>2.44</b>	<b>2.38</b>	<b>2.28</b>	<b>2.23</b>	<b>2.14</b>	<b>2.05</b>	<b>2.15</b>	<b>2.42</b>	<b>2.58</b>	<b>2.72</b>	<b>2.67</b>	<b>2.50</b>

**TABLA N°4.33: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	<b>CHACHAPOYAS</b>										
	Latitude :	<b>-6.209</b>	-6.35	-0.111	rad							
	Altitude :	<b>2450</b>	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =	0.25	b =	0.5	alpha =						
	Albedo	alpha =	0.23									
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	Grass	Alfalfa	11.99								
		69.502363	85.980477									
	<b>JAN</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>APR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AUG</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>
<b>Tmax</b>	20.35	20.01	19.90	20.19	20.52	20.23	19.91	20.42	20.75	20.91	21.13	20.54
<b>Tmin</b>	10.54	10.65	10.78	10.66	10.11	9.42	8.59	8.56	9.33	10.25	10.40	10.69
<b>RHmean</b>	84.74	85.37	85.77	86.30	86.28	86.12	85.00	83.82	83.34	83.68	84.24	84.55
<b>RHmin</b>	58.90	60.45	61.35	60.71	58.45	57.27	55.15	53.16	54.03	56.14	56.40	58.71
<b>Wind (km/d)</b>	161.96	143.38	159.83	220.12	216.27	240.83	260.65	302.44	228.03	168.35	155.86	154.57
<b>Sunhours</b>	3.87	3.41	3.45	3.93	4.45	4.57	5.27	5.71	5.13	4.92	4.62	4.11
<b>ET fao</b>	<b>2.96</b>	<b>2.84</b>	<b>2.79</b>	<b>2.75</b>	<b>2.67</b>	<b>2.59</b>	<b>2.78</b>	<b>3.16</b>	<b>3.21</b>	<b>3.21</b>	<b>3.15</b>	<b>2.99</b>





**TABLA N°4.34: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	CHAVIN										
	Latitude :	-9.586	-9.98	-0.174	rad							
	Altitude :	3137	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =	0.25	b =	0.5	alpha=						
	Albedo	alpha =	0.23									
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	20.23	19.77	19.12	19.87	21.10	21.14	21.35	21.76	21.56	21.06	21.25	20.79
Tmin	8.29	8.00	7.48	7.24	7.02	6.59	6.83	7.50	8.09	8.20	8.31	8.28
RHmean	83.23	83.49	83.79	83.77	82.97	82.58	82.12	81.36	81.04	81.00	82.12	82.74
RHmin	52.57	53.03	53.39	51.13	47.48	46.21	46.05	46.30	47.89	49.16	49.69	50.98
Wind (km/d)	150.19	145.91	133.70	140.42	139.20	132.48	138.59	140.42	150.80	145.30	138.59	130.04
Sunhours	3.80	3.54	3.65	4.38	4.94	5.04	5.58	5.96	5.47	5.36	4.81	4.08
ET fao	3.09	3.00	2.85	2.77	2.68	2.55	2.71	3.08	3.31	3.43	3.35	3.16

**TABLA N°4.35: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	CHIRIACO										
	Latitude :	-5.152	-5.25	-0.092	rad							
	Altitude :	281	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =	0.25	b =	0.5	alpha=						
	Albedo	alpha =	0.23									
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	30.08	29.78	30.18	30.55	30.07	29.79	29.59	30.48	31.00	31.65	31.34	30.64
Tmin	21.04	21.23	21.43	21.65	21.51	20.97	20.59	20.33	20.51	20.97	21.20	21.13
RHmean	85.21	85.95	86.39	87.08	87.30	87.20	85.88	84.57	84.04	84.51	84.89	85.11
RHmin	62.88	64.59	64.48	64.71	65.63	64.85	63.41	59.83	58.73	58.74	60.22	61.77
Wind (km/d)	1.85	0.21	1.65	2.47	2.88	2.47	3.50	4.73	14.81	15.02	12.34	13.99
Sunhours	3.89	3.36	3.39	3.79	4.28	4.39	5.15	5.62	5.02	4.79	4.56	4.11
ET fao	3.19	3.08	3.05	2.97	2.84	2.68	2.88	3.25	3.42	3.51	3.44	3.27

**TABLA N°4.36: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	CHIRINOS										
	Latitude :	-5.305	-5.51	-0.096	rad							
	Altitude :	1528	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =	0.25	b =	0.5	alpha=						
	Albedo	alpha =	0.23									
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	22.17	21.57	21.66	21.95	21.66	21.12	21.03	22.14	23.13	23.38	23.37	22.63
Tmin	14.89	14.95	15.07	15.20	14.94	14.23	13.82	14.12	14.57	15.04	15.16	15.23
RHmean	85.59	87.67	87.31	86.32	86.83	85.42	81.58	77.92	77.67	80.01	81.37	83.88
RHmin	66.40	69.72	69.52	68.35	68.80	67.16	63.31	58.69	57.38	59.69	60.99	64.83
Wind (km/d)	138.33	161.22	128.26	181.14	168.01	227.91	237.59	353.40	332.82	190.57	135.41	126.21
Sunhours	3.89	3.37	3.40	3.81	4.31	4.43	5.18	5.64	5.04	4.81	4.57	4.11
ET fao	2.98	2.83	2.78	2.76	2.61	2.56	2.84	3.50	3.69	3.46	3.28	3.05

**TABLA N°4.37: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	CHONTALI										
	Latitude :	-5.6436	-6.07	-0.106	rad							
	Altitude :	1652	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =	0.25	b =	0.5	alpha=						
	Albedo	alpha =	0.23									
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	24.38	24.12	24.40	24.53	24.39	23.73	23.78	24.72	25.47	25.81	26.10	25.21
Tmin	14.25	14.65	14.83	14.80	14.63	13.78	13.15	13.16	13.76	14.21	14.33	14.38
RHmean	82.85	84.12	85.03	84.60	83.98	83.93	80.97	78.00	78.42	78.86	79.19	81.19
RHmin	57.56	60.03	60.48	59.79	59.27	58.62	54.95	51.00	51.08	51.69	51.59	54.91
Wind (km/d)	259.57	227.79	235.51	280.21	276.33	226.33	212.40	173.94	174.01	219.07	177.34	292.18
Sunhours	3.88	3.38	3.42	3.86	4.36	4.48	5.21	5.67	5.07	4.85	4.59	4.11
ET fao	3.45	3.24	3.19	3.20	3.09	2.87	3.10	3.44	3.62	3.84	3.70	3.69



**TABLA N°4.38: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	COCHABAMBA										
	Latitude :	-6.460	-6.77	-0.118	rad							
	Altitude :	1642	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =		0.5	alpha=				
	Albedo	alpha =		0.23	b =		0.1					
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =		0.1					
		al =		0.34	bl =		-0.139					
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	25.43	25.21	25.20	25.28	25.45	25.02	24.77	25.60	26.08	26.23	26.30	25.94
Tmin	14.05	14.32	14.53	14.46	13.89	13.20	12.74	13.20	13.91	13.78	13.15	13.56
RHmean	84.62	85.23	85.62	86.11	86.03	85.84	84.78	83.63	83.16	83.48	84.07	84.41
RHmin	55.93	57.47	58.28	58.26	56.39	55.58	54.33	52.88	53.20	52.81	51.52	53.49
Wind (km/d)	213.48	175.99	173.11	178.80	193.35	254.21	268.08	266.13	221.81	183.38	171.86	196.42
Sunhours	3.86	3.41	3.46	3.96	4.48	4.59	5.28	5.73	5.15	4.96	4.63	4.10
ET fao	3.43	3.26	3.18	3.09	3.01	3.01	3.21	3.59	3.69	3.72	3.64	3.50

**TABLA N°4.39: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	CONCHUCOS										
	Latitude :	-8.267	-8.44	-0.147	rad							
	Altitude :	3200	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =		0.5	alpha=				
	Albedo	alpha =		0.23	b =		0.1					
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =		0.1					
		al =		0.34	bl =		-0.139					
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	18.54	17.95	18.05	18.64	18.88	18.78	19.03	18.86	19.10	18.46	18.47	18.79
Tmin	7.04	7.07	6.93	7.00	6.37	6.70	6.10	6.01	6.54	6.55	6.55	6.80
RHmean	83.82	84.23	84.56	84.76	84.27	83.96	83.25	82.33	81.94	82.05	82.95	83.45
RHmin	53.63	55.36	54.98	53.92	51.48	52.36	49.89	49.46	50.00	51.49	52.04	52.24
Wind (km/d)	119.48	124.09	110.83	106.74	87.10	79.57	188.07	143.69	83.87	136.52	98.48	127.59
Sunhours	3.83	3.49	3.57	4.20	4.76	4.86	5.46	5.87	5.34	5.19	4.74	4.09
ET fao	2.89	2.80	2.71	2.62	2.45	2.28	2.67	2.89	2.98	3.15	3.03	2.94

**TABLA N°4.40: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	CONTAMANA										
	Latitude :	-7.211	-7.35	-0.128	rad							
	Altitude :	185	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =		0.5	alpha=				
	Albedo	alpha =		0.23	b =		0.1					
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =		0.1					
		al =		0.34	bl =		-0.139					
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	33.37	32.99	32.54	32.11	31.88	31.72	32.45	33.34	33.92	34.15	33.70	33.88
Tmin	21.25	21.10	21.14	20.91	20.39	19.83	19.73	20.07	20.64	21.05	21.27	21.48
RHmean	84.28	84.81	85.18	85.54	85.28	85.04	84.12	83.06	82.63	82.87	83.59	84.00
RHmin	55.57	56.38	57.67	58.30	57.40	56.27	53.91	52.19	52.02	52.61	54.48	54.85
Wind (km/d)	157.53	135.87	130.25	131.27	127.61	116.95	124.56	133.71	145.33	149.32	154.41	172.80
ET fao	4.07	3.73	3.68	3.55	3.35	3.17	3.51	4.01	4.30	4.43	4.29	4.11
ET fao	2.44	2.38	2.28	2.23	2.14	2.05	2.15	2.42	2.58	2.72	2.67	2.50

**TABLA N°4.41: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	CURARAY										
	Latitude :	-2.220	-2.37	-0.041	rad							
	Altitude :	200	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =		0.5	alpha=				
	Albedo	alpha =		0.23	b =		0.1					
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =		0.1					
		al =		0.34	bl =		-0.139					
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	31.02	31.16	31.07	30.70	30.77	30.40	30.27	30.91	31.21	31.21	31.36	30.88
Tmin	21.56	21.27	20.91	21.20	20.96	20.89	20.58	20.50	20.64	20.96	21.08	21.35
RHmean	86.52	87.59	88.11	89.28	90.18	90.28	88.39	86.71	86.04	86.84	86.74	86.68
RHmin	62.96	62.71	62.42	64.82	64.69	65.48	63.64	60.77	60.00	61.31	61.20	62.88
Wind (km/d)	85.49	80.42	79.77	82.31	59.50	24.17	53.05	43.77	67.09	46.33	64.23	80.38
Sunhours	3.95	3.25	3.21	3.41	3.86	3.98	4.89	5.41	4.72	4.41	4.40	4.14
ET fao	3.37	3.27	3.25	3.11	2.96	2.77	3.08	3.42	3.55	3.46	3.46	3.36



TABLA N°4.42: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give:	Station name:	CUTERVO										
	Latitude:	-6.379	-6.63	-0.116	rad							
	Altitude:	2616	m.									
Parameters:	Short Wave Rad	a = 0.25		b = 0.5		alpha=						
	Albedo	alpha = 0.23		b = 0.1								
	Long Wave Rad.	a = 0.9		b = -0.139								
		al = 0.34		bl = -0.139								
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.113524	200	190	12	899.919468	0.33720428	0.41715107	0.33720428	0.41715107		
Canopy resistance	rc =	69.5023631	85.9804768	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	17.41	17.48	17.59	17.99	17.94	17.34	16.90	17.59	18.22	18.49	18.58	18.01
Tmin	9.65	10.10	10.29	10.52	10.19	9.75	9.01	9.21	9.68	9.75	9.34	9.63
RHmean	84.66	85.28	85.67	86.17	86.12	85.94	84.86	83.70	83.22	83.55	84.14	84.46
RHmin	63.71	65.20	65.76	65.71	64.93	65.11	63.44	61.38	60.74	60.49	59.63	62.00
Wind (km/d)	293.76	267.84	371.52	233.28	328.32	293.76	397.44	345.60	407.00	400.99	438.43	407.99
Sunhours	3.87	3.41	3.46	3.96	4.48	4.59	5.29	5.73	5.15	4.95	4.63	4.11
ET fao	2.78	2.70	2.67	2.57	2.49	2.34	2.52	2.82	3.04	3.13	3.10	2.90

TABLA N°4.43: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give:	Station name:	DOS D MAYO (JOSE OLAYA)										
	Latitude:	-7.407	-7.68	-0.134	rad							
	Altitude:	307	m.									
Parameters:	Short Wave Rad	a = 0.25		b = 0.5		alpha=						
	Albedo	alpha = 0.23		b = 0.1								
	Long Wave Rad.	a = 0.9		b = -0.139								
		al = 0.34		bl = -0.139								
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.113524	200	190	12	899.919468	0.33720428	0.41715107	0.33720428	0.41715107		
Canopy resistance	rc =	69.5023631	85.9804768	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	34.33	33.25	32.43	32.24	32.14	32.08	32.29	33.52	33.57	33.75	33.74	33.74
Tmin	19.92	19.82	19.94	20.05	19.78	19.20	18.55	18.57	18.96	19.95	20.00	20.18
RHmean	84.20	84.70	85.06	85.39	85.09	84.84	83.95	82.92	82.50	82.71	83.46	83.90
RHmin	50.60	52.84	55.05	55.91	55.30	53.93	51.46	48.47	48.98	50.88	51.47	52.17
Wind (km/d)	115.20	103.27	92.59	105.12	94.83	97.51	98.95	104.30	110.13	113.65	102.65	114.29
Sunhours	3.84	3.45	3.52	4.08	4.60	4.70	5.36	5.79	5.24	5.08	4.68	4.09
ET fao	3.93	3.72	3.52	3.43	3.22	3.09	3.33	3.82	4.04	4.17	4.04	3.91

TABLA N°4.44: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give:	Station name:	EL LIMON										
	Latitude:	-5.932	-6.55	-0.114	rad							
	Altitude:	1255	m.									
Parameters:	Short Wave Rad	a = 0.25		b = 0.5		alpha=						
	Albedo	alpha = 0.23		b = 0.1								
	Long Wave Rad.	a = 0.9		b = -0.139								
		al = 0.34		bl = -0.139								
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.113524	200	190	12	899.919468	0.33720428	0.41715107	0.33720428	0.41715107		
Canopy resistance	rc =	69.5023631	85.9804768	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	30.73	30.36	30.54	30.52	30.60	30.01	29.82	30.73	31.62	31.94	32.23	31.48
Tmin	19.93	19.94	19.97	20.01	20.06	19.84	19.60	20.22	20.60	20.34	19.96	20.03
RHmean	84.86	85.52	85.93	86.50	86.55	86.40	85.23	84.01	83.52	83.90	84.40	84.69
RHmin	58.52	59.81	59.78	60.32	60.28	60.97	60.00	58.60	57.25	56.21	55.08	57.02
Wind (km/d)	264.56	245.10	235.54	228.56	259.47	295.94	330.36	338.94	325.90	281.54	236.89	269.25
Sunhours	5.16	4.48	4.85	5.74	6.37	6.43	6.82	7.30	6.87	6.32	6.34	5.71
ET fao	4.29	4.05	4.04	3.97	3.88	3.74	3.96	4.48	4.80	4.78	4.71	4.50

TABLA N°4.45: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give:	Station name:	EL MAROMAL										
	Latitude:	-8.5836	-8.97	-0.157	rad							
	Altitude:	252	m.									
Parameters:	Short Wave Rad	a = 0.25		b = 0.5		alpha=						
	Albedo	alpha = 0.23		b = 0.1								
	Long Wave Rad.	a = 0.9		b = -0.139								
		al = 0.34		bl = -0.139								
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.113524	200	190	12	899.919468	0.33720428	0.41715107	0.33720428	0.41715107		
Canopy resistance	rc =	69.5023631	85.9804768	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	31.83	31.40	31.15	31.45	30.87	30.83	31.05	32.63	33.18	32.79	32.37	31.81
Tmin	20.61	20.59	20.55	19.81	18.97	18.46	18.10	18.28	18.58	19.98	20.15	20.43
RHmean	83.67	84.04	84.37	84.51	83.94	83.60	82.94	82.05	81.69	81.78	82.72	83.27
RHmin	56.92	58.07	58.74	56.43	55.33	54.03	52.34	49.04	48.44	52.28	54.12	56.28
Wind (km/d)	78.09	83.42	102.94	132.29	73.66	35.20	49.57	49.70	139.03	124.24	81.64	67.44
Sunhours	3.81	3.49	3.59	4.23	4.77	4.87	5.46	5.88	5.36	5.23	4.74	4.08
ET fao	3.59	3.51	3.46	3.49	3.06	2.70	2.96	3.41	4.17	4.19	3.89	3.60





TABLA N°4.46: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name : EL PORVENIR											
	Latitude : -6.593 -6.99 -0.122 rad											
	Altitude : 202 m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a = 0.25		b = 0.5		alpha=						
	Albedo	alpha = 0.23										
	Long Wave Rad.	a = 0.9		b = 0.1								
		al = 0.34		bl = -0.139								
Instrument height	wind		temp		Cropheight		AeroT Cff		Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa
AerDyn Resistance	ra * U =	206.113524	200	190	12	899.919468	0.33720428	0.41715107	0.33720428	0.41715107		
Canopy resistance	rc =	69.5023631	85.9804768	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	33.27	32.69	32.00	31.65	31.76	31.56	31.70	32.65	33.00	33.13	33.05	33.32
Tmin	21.39	21.57	21.57	21.43	20.91	20.06	19.33	19.52	20.25	21.02	21.39	21.47
RHmean	76.86	78.27	80.68	82.26	81.23	80.16	79.31	77.23	77.68	78.02	77.87	76.20
RHmin	51.15	53.61	56.68	58.22	56.09	53.88	51.43	48.67	49.84	51.40	52.25	50.80
Wind (km/d)	81.61	82.70	74.36	70.37	70.03	75.99	94.75	77.83	77.26	82.70	63.84	77.99
Sunhours	3.86	3.42	3.47	3.98	4.48	4.59	5.28	5.73	5.16	4.97	4.63	4.10
ET fao	3.77	3.64	3.47	3.29	3.14	3.03	3.34	3.67	3.86	4.01	3.83	3.79

TABLA N°4.47: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name : GUEPPI											
	Latitude : -0.070 -0.12 -0.002 rad											
	Altitude : 300 m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a = 0.25		b = 0.5		alpha=						
	Albedo	alpha = 0.23										
	Long Wave Rad.	a = 0.9		b = 0.1								
		al = 0.34		bl = -0.139								
Instrument height	wind		temp		Cropheight		AeroT Cff		Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa
AerDyn Resistance	ra * U =	206.113524	200	190	12	899.919468	0.33720428	0.41715107	0.33720428	0.41715107		
Canopy resistance	rc =	69.5023631	85.9804768	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	31.06	31.27	30.57	29.96	29.81	29.70	29.44	29.85	30.54	30.82	31.00	31.11
Tmin	20.26	20.39	20.37	20.24	20.24	20.00	19.39	19.99	20.29	20.38	20.45	20.28
RHmean	87.49	88.78	89.38	90.89	92.29	92.54	90.24	88.28	87.51	88.55	88.09	87.83
RHmin	60.40	61.14	63.11	65.32	66.65	66.48	63.88	63.05	61.66	61.99	61.40	60.57
Wind (km/d)	56.98	48.82	43.18	44.64	28.25	48.79	55.78	52.27	40.18	47.07	52.12	39.58
Sunhours	4.00	3.17	3.09	3.13	3.55	3.68	4.70	5.25	4.51	4.14	4.29	4.16
ET fao	3.23	3.11	3.09	2.96	2.83	2.77	3.05	3.37	3.37	3.33	3.30	3.17

TABLA N°4.48: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name : HUALLANCA											
	Latitude : -9.884 -10.47 -0.183 rad											
	Altitude : 3796 m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a = 0.25		b = 0.5		alpha=						
	Albedo	alpha = 0.23										
	Long Wave Rad.	a = 0.9		b = 0.1								
		al = 0.34		bl = -0.139								
Instrument height	wind		temp		Cropheight		AeroT Cff		Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa
AerDyn Resistance	ra * U =	206.113524	200	190	12	899.919468	0.33720428	0.41715107	0.33720428	0.41715107		
Canopy resistance	rc =	69.5023631	85.9804768	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	15.42	15.28	15.34	15.65	15.80	15.57	15.56	16.08	15.83	16.69	17.00	15.80
Tmin	5.44	5.82	5.81	5.27	3.71	2.83	1.52	2.37	3.84	4.14	3.97	4.93
RHmean	83.10	83.33	83.61	83.55	82.69	82.27	81.87	81.15	80.84	80.77	81.93	82.59
RHmin	56.38	57.85	57.91	55.71	50.85	48.93	45.57	46.08	49.95	48.74	48.38	53.84
Wind (km/d)	145.18	130.97	155.34	125.32	122.12	117.56	127.72	200.31	173.34	173.34	153.70	137.52
Sunhours	3.79	3.55	3.67	4.42	4.99	5.09	5.61	5.99	5.50	5.39	4.83	4.08
ET fao	2.77	2.69	2.62	2.50	2.35	2.19	2.35	2.76	2.90	3.13	3.09	2.84

TABLA N°4.49: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name : HUAMACHUCO											
	Latitude : -7.830 -8.38 -0.146 rad											
	Altitude : 3290 m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a = 0.25		b = 0.5		alpha=						
	Albedo	alpha = 0.23										
	Long Wave Rad.	a = 0.9		b = 0.1								
		al = 0.34		bl = -0.139								
Instrument height	wind		temp		Cropheight		AeroT Cff		Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa
AerDyn Resistance	ra * U =	206.113524	200	190	12	899.919468	0.33720428	0.41715107	0.33720428	0.41715107		
Canopy resistance	rc =	69.5023631	85.9804768	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	17.68	17.37	17.30	17.74	18.14	17.96	17.95	18.60	18.76	18.52	18.27	17.95
Tmin	6.87	7.21	7.18	6.94	5.92	4.98	4.41	4.94	5.91	6.18	5.86	6.38
RHmean	84.02	84.47	84.82	85.09	84.70	84.42	83.63	82.65	82.24	82.40	83.23	83.69
RHmin	55.32	57.23	57.56	56.09	52.28	50.20	48.37	47.66	49.40	50.68	50.95	53.25
Wind (km/d)	484.05	468.81	423.83	406.67	416.59	439.26	476.56	451.69	448.39	461.69	476.75	464.34
Sunhours	3.84	3.47	3.55	4.15	4.69	4.80	5.42	5.84	5.29	5.13	4.71	4.09
ET fao	3.05	2.93	2.84	2.80	2.81	2.77	2.97	3.26	3.38	3.43	3.35	3.15





TABLA N°4.50: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name : <b>HUANUCO</b>											
	Latitude : <b>-9.966</b> -10.61 -0.185 rad											
	Altitude : <b>2090</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a =	0.25	b =	0.5	alpha=						
	Albedo	alpha =	0.23									
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind		temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa			
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	Grass	Alfalfa									
		69.502363	85.980477	11.99								
<b>Tmax</b>	<b>JAN</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>APR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AUG</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>
<b>Tmin</b>	25.99	25.95	25.99	26.76	26.98	26.50	26.08	26.60	26.79	26.96	26.72	26.21
<b>RHmean</b>	14.81	14.74	14.59	14.20	13.25	12.05	11.64	12.26	13.35	14.22	14.70	14.83
<b>RHmin</b>	83.06	83.28	83.56	83.48	82.59	82.17	81.78	81.07	80.77	80.69	81.87	82.54
<b>Wind (km/d)</b>	55.49	55.55	55.29	52.66	49.47	47.51	47.19	47.12	48.97	50.54	52.87	54.70
<b>Sunhours</b>	220.50	220.17	189.90	177.24	219.75	191.62	227.10	227.82	180.51	185.50	212.14	188.35
<b>ET fao</b>	3.79	3.55	3.67	4.42	4.99	5.08	5.60	5.99	5.51	5.40	4.82	4.07
	3.63	3.55	3.40	3.32	3.34	3.11	3.33	3.70	3.78	3.99	3.92	3.65

TABLA N°4.51: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name : <b>HUAR HUAR</b>											
	Latitude : <b>-5.102</b> -5.17 -0.090 rad											
	Altitude : <b>2800</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a =	0.25	b =	0.5	alpha=						
	Albedo	alpha =	0.23									
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind		temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa			
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	Grass	Alfalfa									
		69.502363	85.980477	11.99								
<b>Tmax</b>	<b>JAN</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>APR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AUG</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>
<b>Tmin</b>	16.45	15.84	16.08	16.00	16.27	15.33	15.13	15.19	16.03	16.72	17.45	16.91
<b>RHmean</b>	7.17	7.43	7.58	7.77	7.63	7.21	7.08	6.82	7.14	7.31	7.26	7.17
<b>RHmin</b>	85.24	85.99	86.42	87.13	87.37	87.28	85.96	84.64	84.10	84.57	84.94	85.15
<b>Wind (km/d)</b>	59.91	62.66	62.79	64.02	63.14	64.33	63.50	61.69	60.06	59.12	57.50	58.71
<b>Sunhours</b>	156.47	169.70	128.67	155.93	166.63	251.59	287.79	357.74	228.55	203.25	184.73	146.26
<b>ET fao</b>	3.89	3.36	3.39	3.79	4.30	4.42	5.17	5.63	5.02	4.78	4.57	4.12
	2.65	2.54	2.50	2.40	2.30	2.18	2.33	2.61	2.75	2.84	2.85	2.70

TABLA N°4.52: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name : <b>HUARMACA</b>											
	Latitude : <b>-10.434</b> -10.72 -0.187 rad											
	Altitude : <b>3355</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a =	0.25	b =	0.5	alpha=						
	Albedo	alpha =	0.23									
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind		temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa			
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	Grass	Alfalfa									
		69.502363	85.980477	11.99								
<b>Tmax</b>	<b>JAN</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>APR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AUG</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>
<b>Tmin</b>	17.55	17.33	18.26	18.67	19.72	20.64	21.05	21.22	20.36	19.37	18.88	18.16
<b>RHmean</b>	11.82	12.26	12.55	12.68	12.49	12.37	12.22	12.33	11.90	11.56	11.30	11.47
<b>RHmin</b>	85.02	85.72	86.14	86.77	86.90	86.78	85.54	84.28	83.77	84.19	84.64	84.89
<b>Wind (km/d)</b>	69.49	71.83	70.53	70.34	67.21	64.46	62.13	61.12	61.70	63.54	64.39	66.87
<b>Sunhours</b>	149.74	173.92	186.20	159.01	239.02	392.94	483.46	467.18	330.93	219.60	183.31	182.90
<b>ET fao</b>	3.88	3.38	3.41	3.85	4.36	4.47	5.21	5.67	5.06	4.84	4.59	4.11
	2.91	2.76	2.69	2.54	2.45	2.51	2.83	3.18	3.22	3.20	3.13	2.98

TABLA N°4.53: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name : <b>IMACITA</b>											
	Latitude : <b>-5.084</b> -5.14 -0.090 rad											
	Altitude : <b>300</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a =	0.25	b =	0.5	alpha=						
	Albedo	alpha =	0.23									
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind		temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa			
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	Grass	Alfalfa									
		69.502363	85.980477	11.99								
<b>Tmax</b>	<b>JAN</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>APR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AUG</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>
<b>Tmin</b>	30.36	30.33	30.55	30.55	30.48	29.93	29.99	30.30	30.88	31.59	31.61	30.77
<b>RHmean</b>	21.16	21.25	21.36	21.48	21.34	20.86	20.41	20.46	20.79	21.20	21.39	21.16
<b>RHmin</b>	85.24	85.99	86.43	87.13	87.37	87.28	85.94	84.62	84.09	84.56	84.93	85.14
<b>Wind (km/d)</b>	62.57	63.40	63.50	64.30	64.30	64.31	62.08	60.56	59.69	59.43	60.11	61.58
<b>Sunhours</b>	15.06	4.52	15.81	6.78	7.53	14.30	9.79	9.03	9.22	11.67	10.11	18.07
<b>ET fao</b>	3.89	3.36	3.38	3.78	4.27	4.38	5.15	5.62	5.01	4.78	4.55	4.11
	3.23	3.11	3.11	2.99	2.85	2.72	2.91	3.27	3.40	3.51	3.44	3.29



TABLA N°4.54: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name :	INCAHUASI										
	Latitude :	-6.237	-6.40	-0.112	rad							
	Altitude :	2650	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =		0.5	alpha=				
	Albedo	alpha =		0.23								
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =		0.1					
		al =		0.34	bl =		-0.139					
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	14.51	14.28	14.93	15.11	15.51	15.49	15.35	15.89	15.92	15.91	15.47	15.08
Tmin	6.32	6.82	7.01	6.75	6.68	6.04	5.73	5.78	6.43	6.62	6.33	6.44
RHmean	84.73	85.36	85.76	86.28	86.26	86.09	84.98	83.80	83.32	83.66	84.22	84.54
RHmin	62.09	64.56	63.68	62.90	61.65	59.86	58.58	56.62	57.90	58.64	59.36	60.86
Wind (km/d)	145.93	136.20	129.53	149.14	172.61	275.74	286.27	236.00	179.38	88.46	72.82	83.07
Sunhours	3.87	3.41	3.45	3.94	4.46	4.57	5.27	5.72	5.13	4.93	4.63	4.11
ET fao	2.52	2.44	2.42	2.35	2.25	2.23	2.38	2.66	2.75	2.78	2.70	2.56

TABLA N°4.55: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name :	JACAS CHICO										
	Latitude :	-9.884	-10.47	-0.183	rad							
	Altitude :	3673	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =		0.5	alpha=				
	Albedo	alpha =		0.23								
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =		0.1					
		al =		0.34	bl =		-0.139					
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	12.11	11.70	11.89	12.54	12.45	12.09	11.74	12.25	12.65	12.87	13.29	12.42
Tmin	4.98	5.06	5.04	4.59	3.84	2.77	2.14	2.66	3.41	4.41	4.55	4.89
RHmean	83.10	83.33	83.61	83.55	82.68	82.27	81.87	81.15	80.84	80.77	81.93	82.59
RHmin	63.40	64.86	64.51	61.55	59.12	56.89	55.81	55.42	56.21	58.21	58.40	61.98
Wind (km/d)	209.81	170.47	159.74	158.37	143.00	143.78	147.08	125.05	144.14	128.55	132.06	160.89
Sunhours	3.79	3.55	3.67	4.42	4.99	5.09	5.61	5.99	5.50	5.39	4.83	4.08
ET fao	2.51	2.44	2.36	2.29	2.13	1.99	2.08	2.37	2.61	2.79	2.76	2.59

TABLA N°4.56: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name :	JUANCITO										
	Latitude :	-6.034	-6.06	-0.106	rad							
	Altitude :	124	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =		0.5	alpha=				
	Albedo	alpha =		0.23								
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =		0.1					
		al =		0.34	bl =		-0.139					
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	31.81	31.46	31.40	31.31	31.53	31.35	31.66	32.17	32.25	32.33	31.97	31.74
Tmin	22.06	22.01	22.23	22.24	22.07	21.76	21.49	21.60	21.76	22.02	21.99	22.03
RHmean	84.81	85.46	85.87	86.42	86.44	86.28	85.13	83.92	83.44	83.81	84.33	84.63
RHmin	61.18	62.30	63.28	63.93	63.00	62.54	60.38	58.66	58.52	59.23	60.31	61.11
Wind (km/d)	137.19	127.07	121.80	130.93	117.19	108.43	129.60	142.56	140.86	147.52	147.71	133.62
Sunhours	3.87	3.40	3.44	3.90	4.40	4.51	5.23	5.69	5.11	4.90	4.60	4.10
ET fao	3.69	3.55	3.46	3.38	3.22	3.06	3.38	3.84	3.98	4.07	3.94	3.71

TABLA N°4.57: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give :	Station name :	LA MORADA										
	Latitude :	-8.7503	-9.25	-0.161	rad							
	Altitude :	542	m.									
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =		0.5	alpha=				
	Albedo	alpha =		0.23								
	Long Wave Rad.	a =		0.9	b =		0.1					
		al =		0.34	bl =		-0.139					
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	29.54	29.60	29.64	30.05	30.04	29.58	29.62	30.17	30.03	30.05	30.17	29.70
Tmin	29.53	29.93	29.78	29.97	29.85	28.44	27.62	27.94	28.85	29.62	30.21	30.16
RHmean	83.59	83.95	84.27	84.39	83.77	83.43	82.80	81.94	81.58	81.65	82.62	83.18
RHmin	83.57	84.73	84.61	84.19	83.33	80.69	78.01	76.67	78.81	80.65	82.73	84.27
Wind (km/d)	111.72	90.49	98.17	110.82	126.91	109.04	121.55	113.44	120.88	92.81	103.69	79.52
Sunhours	3.81	3.50	3.60	4.26	4.80	4.89	5.48	5.89	5.38	5.25	4.75	4.08
ET fao	3.77	3.63	3.56	3.49	3.37	3.13	3.32	3.74	4.00	4.13	4.06	3.80



**TABLA N°4.58: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : <b>LAMAS</b>											
	Latitude : <b>-6.424</b> -6.71 -0.117 rad											
	Altitude : <b>747</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a = 0.25		b = 0.5		alpha=						
	Albedo	alpha = 0.23										
	Long Wave Rad.	a = 0.9		b = 0.1								
		al = 0.34		bl = -0.139								
Instrument height	wind		temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa			
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	28.29	28.09	27.76	27.64	27.68	27.37	27.43	28.15	28.30	28.37	28.40	28.47
Tmin	20.18	19.97	19.80	19.83	19.70	19.25	18.91	19.30	19.37	19.74	20.05	20.21
RHmean	84.64	85.25	85.64	86.13	86.06	85.87	84.80	83.64	83.18	83.50	84.09	83.88
RHmin	64.45	64.88	65.52	66.28	65.78	65.24	63.45	61.89	61.39	62.35	63.47	63.54
Wind (km/d)	213.94	184.32	137.21	118.08	99.57	99.36	89.90	96.89	127.95	134.74	154.70	198.51
Sunhours	3.86	3.41	3.46	3.96	4.47	4.57	5.27	5.72	5.15	4.95	4.63	4.10
ET fao	3.58	3.43	3.26	3.10	2.92	2.77	2.95	3.36	3.62	3.72	3.67	3.62

**TABLA N°4.59: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : <b>LLATA</b>											
	Latitude : <b>-9.550</b> -9.92 -0.173 rad											
	Altitude : <b>3239</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a = 0.25		b = 0.5		alpha=						
	Albedo	alpha = 0.23										
	Long Wave Rad.	a = 0.9		b = 0.1								
		al = 0.34		bl = -0.139								
Instrument height	wind		temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa			
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	16.38	16.27	15.78	16.55	17.15	17.52	17.07	17.32	16.93	17.73	17.28	16.94
Tmin	4.25	4.44	4.36	3.68	1.92	0.80	-0.41	0.84	2.55	3.07	3.46	3.46
RHmean	83.25	83.51	83.81	83.80	83.01	82.62	82.15	81.39	81.06	81.03	82.14	82.76
RHmin	51.22	52.11	53.21	49.75	43.82	40.36	38.35	40.24	44.68	44.22	46.68	47.76
Wind (km/d)	57.72	44.15	40.56	30.78	30.58	35.45	54.13	49.66	62.11	66.80	54.31	56.43
Sunhours	3.80	3.54	3.65	4.37	4.94	5.04	5.58	5.96	5.47	5.35	4.81	4.08
ET fao	2.69	2.62	2.51	2.38	2.20	2.06	2.25	2.52	2.77	3.00	2.91	2.76

**TABLA N°4.60: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : <b>MOYOBAMBA</b>											
	Latitude : <b>-6.000</b> -6.00 -0.105 rad											
	Altitude : <b>842</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a = 0.25		b = 0.5		alpha=						
	Albedo	alpha = 0.23										
	Long Wave Rad.	a = 0.9		b = 0.1								
		al = 0.34		bl = -0.139								
Instrument height	wind		temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa			
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	28.40	28.36	28.42	28.85	29.11	28.92	28.84	29.27	29.40	29.56	29.43	28.79
Tmin	18.16	18.22	18.28	18.34	17.99	17.43	16.90	16.89	17.38	18.04	18.42	18.39
RHmean	82.04	83.32	83.64	83.00	82.38	81.80	81.01	80.02	80.37	81.30	81.91	82.39
RHmin	57.45	58.56	58.82	57.57	55.77	54.50	52.93	51.40	52.44	54.21	55.76	57.40
Wind (km/d)	81.05	85.17	77.76	96.69	102.86	97.92	101.42	100.18	89.49	87.43	94.63	86.19
Sunhours	3.87	3.40	3.44	3.90	4.41	4.52	5.23	5.69	5.10	4.90	4.61	4.10
ET fao	3.36	3.27	3.20	3.19	3.10	2.96	3.17	3.53	3.62	3.69	3.63	3.42

**TABLA N°4.61: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : <b>NAMBALLE</b>											
	Latitude : <b>-4.9999</b> -5.67 -0.099 rad											
	Altitude : <b>677</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a = 0.25		b = 0.5		alpha=						
	Albedo	alpha = 0.23										
	Long Wave Rad.	a = 0.9		b = 0.1								
		al = 0.34		bl = -0.139								
Instrument height	wind		temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa			
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	30.70	30.04	30.17	30.75	30.64	30.16	30.26	31.25	31.99	32.79	32.64	31.93
Tmin	17.02	17.55	17.50	17.21	17.19	16.61	16.03	15.96	15.79	16.31	16.46	17.22
RHmean	85.28	86.04	86.48	87.20	87.46	87.37	86.02	84.68	84.15	84.63	84.99	85.19
RHmin	52.06	55.17	55.04	53.58	53.90	53.51	51.14	48.23	46.13	45.99	46.79	49.94
Wind (km/d)	211.46	198.07	199.10	202.88	208.03	210.09	199.79	220.73	227.94	211.12	224.50	217.64
Sunhours	3.89	3.36	3.38	3.77	4.26	4.37	5.14	5.61	5.00	4.77	4.55	4.11
ET fao	3.95	3.67	3.63	3.60	3.47	3.35	3.57	4.12	4.41	4.46	4.44	4.13





TABLA N°4.62: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give : Station name : <b>NARANJILLO</b>												
Latitude : <b>-5.830</b> -6.38 -0.111 rad												
Altitude : <b>900</b> m.												
Parameters : Short Wave Rad a = 0.25 b = 0.5 alpha=												
Albedo alpha = 0.23												
Long Wave Rad. a = 0.9 b = 0.1												
al = 0.34 bl = -0.139												
Instrument height wind temp Cropheight AeroT Cff Grass Alfalfa Grass Alfalfa												
AerDyn Resistance ra * U = 206.11352 200 190 12 899.91947 0.3372043 0.4171511 0.3372043 0.4171511												
Canopy resistance rc = 69.502363 85.980477 11.99												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	28.83	28.64	28.91	29.26	29.31	29.25	29.10	29.78	29.96	30.22	30.05	29.46
Tmin	17.88	17.92	17.96	18.19	17.85	17.29	16.63	16.53	16.90	17.74	18.02	18.17
RHmean	84.91	85.58	85.99	86.58	86.64	86.50	85.31	84.08	83.58	83.97	84.47	84.75
RHmin	57.83	58.82	58.58	58.75	57.87	56.56	54.53	52.11	52.26	53.88	55.23	57.03
Wind (km/d)	62.74	62.13	63.98	69.53	67.06	65.21	69.94	81.87	76.32	65.21	45.05	50.19
Sunhours	3.87	3.39	3.43	3.88	4.38	4.49	5.22	5.68	5.09	4.88	4.60	4.11
ET fao	3.32	3.20	3.16	3.07	2.93	2.78	3.00	3.43	3.57	3.63	3.49	3.34

TABLA N°4.63: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give : Station name : <b>NAVARRO</b>												
Latitude : <b>-6.356</b> -6.59 -0.115 rad												
Altitude : <b>145</b> m.												
Parameters : Short Wave Rad a = 0.25 b = 0.5 alpha=												
Albedo alpha = 0.23												
Long Wave Rad. a = 0.9 b = 0.1												
al = 0.34 bl = -0.139												
Instrument height wind temp Cropheight AeroT Cff Grass Alfalfa Grass Alfalfa												
AerDyn Resistance ra * U = 206.11352 200 190 12 899.91947 0.3372043 0.4171511 0.3372043 0.4171511												
Canopy resistance rc = 69.502363 85.980477 11.99												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	30.93	30.80	30.66	30.83	30.92	30.84	31.03	31.62	31.92	31.73	31.27	31.04
Tmin	21.60	21.56	21.56	21.47	21.20	20.56	20.16	20.28	20.74	21.42	21.59	21.57
RHmean	84.67	85.28	85.68	86.18	86.12	85.94	84.85	83.68	83.22	83.55	84.13	84.46
RHmin	61.92	62.59	63.18	62.93	62.03	60.55	58.40	56.61	56.73	58.94	60.74	61.46
Wind (km/d)	184.45	180.62	174.86	176.30	170.54	172.39	194.40	209.83	192.51	186.13	163.45	191.76
Sunhours	3.86	3.41	3.46	3.94	4.45	4.56	5.26	5.71	5.14	4.94	4.62	4.10
ET fao	3.75	3.64	3.54	3.45	3.32	3.21	3.53	4.00	4.12	4.14	3.94	3.82

TABLA N°4.64: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give : Station name : <b>PACHIZA</b>												
Latitude : <b>-7.281</b> -7.47 -0.130 rad												
Altitude : <b>347</b> m.												
Parameters : Short Wave Rad a = 0.25 b = 0.5 alpha=												
Albedo alpha = 0.23												
Long Wave Rad. a = 0.9 b = 0.1												
al = 0.34 bl = -0.139												
Instrument height wind temp Cropheight AeroT Cff Grass Alfalfa Grass Alfalfa												
AerDyn Resistance ra * U = 206.11352 200 190 12 899.91947 0.3372043 0.4171511 0.3372043 0.4171511												
Canopy resistance rc = 69.502363 85.980477 11.99												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	32.23	31.76	31.91	31.52	31.60	31.33	31.33	32.23	32.10	32.23	32.22	32.24
Tmin	20.63	20.68	20.62	20.72	20.45	19.90	19.07	19.03	19.44	20.26	20.70	20.79
RHmean	81.43	81.96	81.67	82.82	82.64	82.34	80.53	79.58	79.87	80.82	80.35	80.54
RHmin	54.64	56.06	55.41	57.27	56.32	55.45	52.40	49.93	51.24	53.41	54.09	54.36
Wind (km/d)	62.97	65.71	54.34	55.75	44.23	39.01	42.67	65.26	70.15	60.89	57.60	58.42
Sunhours	3.84	3.44	3.51	4.07	4.58	4.69	5.34	5.78	5.23	5.06	4.67	4.09
ET fao	3.56	3.47	3.35	3.23	3.00	2.81	3.02	3.55	3.76	3.83	3.74	3.58

TABLA N°4.65: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give : Station name : <b>POZUZO</b>												
Latitude : <b>-10.0508</b> -10.08 -0.176 rad												
Altitude : <b>1000</b> m.												
Parameters : Short Wave Rad a = 0.25 b = 0.5 alpha=												
Albedo alpha = 0.23												
Long Wave Rad. a = 0.9 b = 0.1												
al = 0.34 bl = -0.139												
Instrument height wind temp Cropheight AeroT Cff Grass Alfalfa Grass Alfalfa												
AerDyn Resistance ra * U = 206.11352 200 190 12 899.91947 0.3372043 0.4171511 0.3372043 0.4171511												
Canopy resistance rc = 69.502363 85.980477 11.99												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	27.39	27.32	27.95	28.18	28.10	27.85	27.74	28.82	29.37	28.98	28.29	27.75
Tmin	19.86	19.79	19.76	19.54	19.17	18.24	17.66	17.93	18.32	19.10	19.45	19.91
RHmean	87.22	87.15	87.63	88.08	85.81	84.15	82.82	83.69	84.13	84.23	86.17	85.95
RHmin	67.79	67.73	66.49	65.70	63.28	60.35	58.26	57.15	57.16	59.95	63.80	66.07
Wind (km/d)	190.16	197.77	191.61	201.75	182.56	181.47	175.67	178.93	206.46	194.87	186.18	181.11
Sunhours	3.78	3.55	3.67	4.43	4.99	5.08	5.60	5.99	5.51	5.41	4.82	4.07
ET fao	3.44	3.38	3.32	3.25	3.12	3.02	3.18	3.59	3.93	4.02	3.78	3.55



TABLA N°4.66: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give : Station name : <b>REQUENA</b>												
Latitude : <b>-5.023</b> -5.04 -0.088 rad												
Altitude : <b>128</b> m.												
Parameters : Short Wave Rad a = 0.25 b = 0.5 alpha=												
Albedo alpha = 0.23												
Long Wave Rad. a = 0.9 b = 0.1												
al = 0.34 bl = -0.139												
Instrument height wind temp Cropheight AeroT Cff Grass Alfalfa Grass Alfalfa												
AerDyn Resistance ra * U = 206.113524 200 190 12 899.919468 0.33720428 0.41715107 0.33720428 0.41715107												
Canopy resistance rc = 69.5023631 85.9804768 11.99												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	31.57	31.34	31.47	31.36	31.14	31.08	31.26	31.87	32.28	32.26	31.99	31.57
Tmin	21.79	21.67	21.76	21.75	21.65	21.38	21.18	21.24	21.46	21.73	21.86	21.74
RHmean	85.26	86.03	86.46	87.18	87.43	87.34	85.99	84.66	84.13	84.61	84.97	85.17
RHmin	61.38	62.15	62.41	63.14	63.60	63.01	61.13	58.99	58.26	59.25	60.40	61.21
Wind (km/d)	163.70	146.64	166.89	153.10	152.64	154.78	158.54	153.66	146.36	144.66	155.89	157.74
Sunhours	3.89	3.36	3.38	3.77	4.26	4.37	5.14	5.61	5.00	4.77	4.55	4.11
ET fao	3.71	3.55	3.55	3.41	3.26	3.14	3.42	3.83	3.96	3.99	3.91	3.73

TABLA N°4.67: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give : Station name : <b>RIOJA</b>												
Latitude : <b>-6.066</b> -6.11 -0.107 rad												
Altitude : <b>818</b> m.												
Parameters : Short Wave Rad a = 0.25 b = 0.5 alpha=												
Albedo alpha = 0.23												
Long Wave Rad. a = 0.9 b = 0.1												
al = 0.34 bl = -0.139												
Instrument height wind temp Cropheight AeroT Cff Grass Alfalfa Grass Alfalfa												
AerDyn Resistance ra * U = 206.113524 200 190 12 899.919468 0.33720428 0.41715107 0.33720428 0.41715107												
Canopy resistance rc = 69.5023631 85.9804768 11.99												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	27.84	27.79	27.80	28.12	28.30	28.14	28.05	28.48	28.76	28.80	28.61	28.26
Tmin	18.41	18.56	18.67	18.69	18.35	17.62	16.75	16.62	17.25	18.07	18.54	18.60
RHmean	85.16	85.61	85.61	84.94	83.78	84.79	84.00	83.22	84.14	84.12	84.92	83.77
RHmin	61.54	62.35	62.59	61.41	59.36	58.65	56.22	54.49	55.99	57.82	59.91	60.02
Wind (km/d)	44.48	47.64	49.73	61.33	43.09	50.00	56.85	55.88	54.97	55.02	46.79	43.03
Sunhours	3.87	3.40	3.44	3.91	4.42	4.52	5.24	5.69	5.11	4.91	4.61	4.10
ET fao	3.20	3.11	3.07	3.01	2.83	2.70	2.91	3.26	3.41	3.51	3.41	3.24

TABLA N°4.68: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give : Station name : <b>SALLIQUE</b>												
Latitude : <b>-5.650</b> -6.08 -0.106 rad												
Altitude : <b>1750</b> m.												
Parameters : Short Wave Rad a = 0.25 b = 0.5 alpha=												
Albedo alpha = 0.23												
Long Wave Rad. a = 0.9 b = 0.1												
al = 0.34 bl = -0.139												
Instrument height wind temp Cropheight AeroT Cff Grass Alfalfa Grass Alfalfa												
AerDyn Resistance ra * U = 206.113524 200 190 12 899.919468 0.33720428 0.41715107 0.33720428 0.41715107												
Canopy resistance rc = 69.5023631 85.9804768 11.99												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	27.13	26.37	26.94	27.45	28.05	27.58	27.98	28.43	28.70	28.62	28.20	27.91
Tmin	14.39	15.37	15.60	15.44	14.99	14.82	14.62	15.10	15.34	15.39	15.16	15.27
RHmean	84.99	85.68	86.10	86.71	86.83	86.70	85.47	84.22	83.71	84.12	84.59	84.85
RHmin	53.27	57.76	57.29	56.19	53.86	54.39	52.30	51.69	51.40	51.90	52.55	53.58
Wind (km/d)	32.22	37.59	19.69	22.55	33.68	71.76	87.87	102.52	76.16	67.37	42.47	50.51
Sunhours	3.88	3.38	3.42	3.86	4.37	4.48	5.21	5.67	5.07	4.85	4.59	4.11
ET fao	3.15	3.04	2.95	2.87	2.76	2.74	3.01	3.44	3.52	3.57	3.40	3.26

TABLA N°4.69: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give : Station name : <b>SAN IGNACIO</b>												
Latitude : <b>-5.1453</b> -5.24 -0.091 rad												
Altitude : <b>740</b> m.												
Parameters : Short Wave Rad a = 0.25 b = 0.5 alpha=												
Albedo alpha = 0.23												
Long Wave Rad. a = 0.9 b = 0.1												
al = 0.34 bl = -0.139												
Instrument height wind temp Cropheight AeroT Cff Grass Alfalfa Grass Alfalfa												
AerDyn Resistance ra * U = 206.113524 200 190 12 899.919468 0.33720428 0.41715107 0.33720428 0.41715107												
Canopy resistance rc = 69.5023631 85.9804768 11.99												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	26.29	26.09	26.31	26.47	26.30	25.46	25.41	26.37	27.41	27.97	28.19	27.29
Tmin	15.92	16.06	16.03	15.85	15.46	14.62	14.08	14.00	14.70	15.38	15.63	15.84
RHmean	85.21	85.96	86.39	87.09	87.31	87.22	85.89	84.58	84.05	84.52	84.90	85.11
RHmin	58.96	60.29	60.02	59.68	59.24	58.99	56.87	53.70	52.82	53.50	53.86	56.45
Wind (km/d)	101.07	109.78	87.82	89.22	94.44	100.02	103.85	122.32	126.51	105.95	105.60	111.52
Sunhours	3.89	3.36	3.39	3.79	4.28	4.40	5.16	5.63	5.02	4.79	4.56	4.11
ET fao	3.19	3.09	3.02	2.92	2.80	2.66	2.84	3.28	3.49	3.53	3.48	3.31



TABLA N°4.70: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give : Station name : <b>SAN MARCOS</b>												
Latitude : <b>-7.322</b> -7.54 -0.132 rad												
Altitude : <b>2298</b> m.												
Parameters : Short Wave Rad a = 0.25 b = 0.5 alpha=												
Albedo alpha = 0.23												
Long Wave Rad. a = 0.9 b = 0.1												
al = 0.34 bl = -0.139												
Instrument height wind temp Cropheight AeroT Cff Grass Alfalfa Grass Alfalfa												
AerDyn Resistance ra * U = 206.11352 200 190 12 899.91947 0.3372043 0.4171511 0.3372043 0.4171511												
Canopy resistance rc = 69.502363 85.980477 11.99												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	24.76	24.90	24.22	24.51	24.71	24.26	23.96	24.43	24.84	25.22	25.26	24.80
Tmin	11.95	12.19	12.03	11.60	9.99	8.45	7.71	8.44	10.23	11.23	11.09	11.59
RHmean	84.24	84.75	85.12	85.46	85.19	84.95	84.05	83.00	82.58	82.80	83.54	83.95
RHmin	52.10	54.00	54.02	52.55	48.16	45.41	43.88	44.04	46.97	48.59	48.62	50.97
Wind (km/d)	214.72	140.22	126.16	129.15	146.40	146.87	198.30	227.59	247.78	264.30	287.67	231.79
Sunhours	5.26	4.82	4.60	6.11	7.16	7.46	7.79	7.94	6.80	6.13	6.22	5.43
ET fao	3.74	3.49	3.32	3.39	3.36	3.22	3.47	3.87	4.01	4.09	4.17	3.80

TABLA N°4.71: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give : Station name : <b>SAN RAFAEL</b>												
Latitude : <b>-10.322</b> -10.54 -0.184 rad												
Altitude : <b>3060</b> m.												
Parameters : Short Wave Rad a = 0.25 b = 0.5 alpha=												
Albedo alpha = 0.23												
Long Wave Rad. a = 0.9 b = 0.1												
al = 0.34 bl = -0.139												
Instrument height wind temp Cropheight AeroT Cff Grass Alfalfa Grass Alfalfa												
AerDyn Resistance ra * U = 206.11352 200 190 12 899.91947 0.3372043 0.4171511 0.3372043 0.4171511												
Canopy resistance rc = 69.502363 85.980477 11.99												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	21.37	21.13	20.68	21.53	22.43	22.24	22.15	22.56	23.00	23.13	22.93	21.94
Tmin	10.86	10.93	10.62	9.88	9.00	7.74	7.16	8.09	9.33	9.95	10.40	10.64
RHmean	76.64	76.98	77.57	76.02	71.52	70.27	68.18	68.90	69.95	69.75	71.55	73.08
RHmin	51.84	52.75	53.40	48.88	42.52	39.64	37.52	38.98	41.24	42.10	44.46	47.85
Wind (km/d)	184.23	175.11	171.71	185.66	178.92	193.50	222.49	214.36	220.69	208.43	202.24	179.31
Sunhours	3.78	3.57	3.69	4.47	5.05	5.15	5.64	6.02	5.54	5.45	4.85	4.07
ET fao	3.36	3.26	3.12	3.13	3.10	3.06	3.33	3.59	3.84	4.00	3.86	3.54

TABLA N°4.72: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give : Station name : <b>STA. CLOTILDE</b>												
Latitude : <b>-2.291</b> -2.49 -0.043 rad												
Altitude : <b>150</b> m.												
Parameters : Short Wave Rad a = 0.25 b = 0.5 alpha=												
Albedo alpha = 0.23												
Long Wave Rad. a = 0.9 b = 0.1												
al = 0.34 bl = -0.139												
Instrument height wind temp Cropheight AeroT Cff Grass Alfalfa Grass Alfalfa												
AerDyn Resistance ra * U = 206.11352 200 190 12 899.91947 0.3372043 0.4171511 0.3372043 0.4171511												
Canopy resistance rc = 69.502363 85.980477 11.99												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	31.97	31.86	31.62	31.39	30.88	30.32	30.62	31.73	32.41	32.41	32.09	32.08
Tmin	22.03	22.08	22.13	22.21	21.83	21.74	21.39	21.38	21.72	22.06	22.24	22.25
RHmean	86.49	87.55	88.07	89.22	90.11	90.21	88.33	86.66	85.99	86.78	86.69	86.64
RHmin	61.96	63.07	64.14	65.72	66.62	67.81	64.80	61.03	59.86	61.26	62.35	62.36
Wind (km/d)	99.77	93.81	97.92	86.40	91.95	83.73	86.61	80.85	74.06	75.50	93.60	83.31
Sunhours	3.95	3.25	3.22	3.42	3.87	3.99	4.89	5.41	4.73	4.42	4.40	4.14
ET fao	3.50	3.36	3.33	3.17	3.05	2.89	3.18	3.58	3.65	3.64	3.61	3.46

TABLA N°4.73: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS

Give : Station name : <b>SAUCE</b>												
Latitude : <b>-6.6944</b> -7.16 -0.125 rad												
Altitude : <b>600</b> m.												
Parameters : Short Wave Rad a = 0.25 b = 0.5 alpha=												
Albedo alpha = 0.23												
Long Wave Rad. a = 0.9 b = 0.1												
al = 0.34 bl = -0.139												
Instrument height wind temp Cropheight AeroT Cff Grass Alfalfa Grass Alfalfa												
AerDyn Resistance ra * U = 206.11352 200 190 12 899.91947 0.3372043 0.4171511 0.3372043 0.4171511												
Canopy resistance rc = 69.502363 85.980477 11.99												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	29.70	29.34	29.18	29.04	28.91	28.54	28.54	28.92	29.13	29.50	29.78	29.87
Tmin	19.10	18.87	18.78	18.77	18.52	17.81	17.39	17.51	18.00	18.65	19.03	19.29
RHmean	86.01	86.61	87.07	88.22	87.70	87.77	87.71	87.44	87.37	86.48	86.49	84.92
RHmin	59.60	60.27	60.74	61.82	61.17	60.27	59.17	58.44	59.12	59.29	59.58	58.92
Wind (km/d)	178.35	157.17	135.98	133.51	128.37	126.45	130.03	123.31	130.83	133.71	160.66	184.53
Sunhours	3.85	3.42	3.48	3.99	4.50	4.61	5.29	5.74	5.17	4.99	4.64	4.10
ET fao	3.64	3.47	3.34	3.18	3.03	2.88	3.06	3.41	3.59	3.74	3.75	3.72





**TABLA N°4.74: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : SHUMBA ALTA											
	Latitude : -5.467 -5.78 -0.101 rad											
	Altitude : 820 m.											
Parameters :	Short Wave Rad			a =	0.25	b =	0.5	alpha=				
	Albedo			alpha =	0.23							
	Long Wave Rad.			a =	0.9	b =	0.1					
				al =	0.34	bl =	-0.139					
Instrument height	wind			temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa		
AerDyn Resistance	ra * U =			206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511
	Canopy resistance			rc =	69.502363	85.980477	11.99					
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	31.59	31.58	31.65	31.42	31.71	31.27	31.61	31.83	32.40	32.76	32.76	32.20
Tmin	19.74	19.96	19.87	19.92	19.73	19.27	18.79	18.83	19.17	19.32	19.66	19.63
RHmean	85.07	85.78	86.20	86.85	87.00	86.88	85.62	84.34	83.83	84.26	84.69	84.94
RHmin	56.34	57.36	57.28	58.32	57.35	57.15	54.47	53.26	52.57	52.44	53.47	54.73
Wind (km/d)	128.91	130.74	130.74	116.08	108.14	108.49	109.71	133.71	117.17	125.03	113.25	113.90
Sunhours	3.88	3.37	3.40	3.83	4.33	4.44	5.19	5.65	5.05	4.83	4.58	4.11
ET fao	3.70	3.59	3.55	3.37	3.23	3.08	3.34	3.81	3.92	4.05	3.92	3.74

**TABLA N°4.75: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : SISA											
	Latitude : -6.617 -7.03 -0.123 rad											
	Altitude : 381 m.											
Parameters :	Short Wave Rad			a =	0.25	b =	0.5	alpha=				
	Albedo			alpha =	0.23							
	Long Wave Rad.			a =	0.9	b =	0.1					
				al =	0.34	bl =	-0.139					
Instrument height	wind			temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa		
AerDyn Resistance	ra * U =			206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511
	Canopy resistance			rc =	69.502363	85.980477	11.99					
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	33.34	32.92	32.32	32.12	32.24	31.87	31.76	32.07	32.29	32.74	32.78	32.94
Tmin	19.93	20.04	20.06	20.19	19.80	19.21	18.34	18.04	18.63	19.58	19.67	19.91
RHmean	84.55	85.14	85.53	85.98	85.87	85.67	84.63	83.50	83.04	83.34	83.96	84.32
RHmin	52.81	54.30	55.85	56.88	55.62	54.91	52.50	50.50	51.10	52.47	53.00	53.44
Wind (km/d)	115.76	109.74	107.58	113.96	107.72	117.16	100.97	116.98	148.27	86.18	96.06	96.96
Sunhours	3.86	3.42	3.47	3.98	4.49	4.60	5.29	5.73	5.17	4.98	4.64	4.10
ET fao	3.82	3.68	3.55	3.43	3.27	3.16	3.31	3.77	4.06	3.91	3.89	3.74

**TABLA N°4.76: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : SONDOR MATARA											
	Latitude : -7.220 -7.37 -0.129 rad											
	Altitude : 2842 m.											
Parameters :	Short Wave Rad			a =	0.25	b =	0.5	alpha=				
	Albedo			alpha =	0.23							
	Long Wave Rad.			a =	0.9	b =	0.1					
				al =	0.34	bl =	-0.139					
Instrument height	wind			temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa		
AerDyn Resistance	ra * U =			206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511
	Canopy resistance			rc =	69.502363	85.980477	11.99					
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	20.19	19.47	19.33	19.83	20.10	19.86	19.82	20.24	20.45	20.30	20.40	19.99
Tmin	6.78	7.56	7.49	6.94	5.63	4.34	3.69	3.65	5.02	5.98	6.12	6.70
RHmean	84.29	84.81	85.18	85.54	85.29	85.06	84.14	83.09	82.65	82.88	83.61	84.01
RHmin	49.62	53.45	53.82	51.54	47.64	44.96	43.06	41.65	44.06	46.68	47.20	49.71
Wind (km/d)	142.15	119.31	105.50	127.91	191.27	291.93	334.95	370.49	290.47	190.08	174.45	157.37
Sunhours	4.66	4.17	3.94	4.66	5.22	5.84	6.08	6.48	5.43	5.19	5.57	4.81
ET fao	3.15	2.98	2.84	2.81	2.83	2.99	3.20	3.59	3.49	3.35	3.40	3.16

**TABLA N°4.77: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : STA. MARIA NIEVA											
	Latitude : -4.8307 -5.38 -0.094 rad											
	Altitude : 227 m.											
Parameters :	Short Wave Rad			a =	0.25	b =	0.5	alpha=				
	Albedo			alpha =	0.23							
	Long Wave Rad.			a =	0.9	b =	0.1					
				al =	0.34	bl =	-0.139					
Instrument height	wind			temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa		
AerDyn Resistance	ra * U =			206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511
	Canopy resistance			rc =	69.502363	85.980477	11.99					
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	31.19	30.87	31.16	31.45	31.25	30.60	30.79	31.40	31.58	31.94	31.73	31.48
Tmin	22.32	22.34	22.30	22.31	22.27	21.81	21.42	21.29	21.57	21.91	21.99	22.27
RHmean	85.35	86.13	86.58	87.32	87.62	87.54	86.16	84.80	84.26	84.76	85.09	85.28
RHmin	63.58	64.95	64.51	64.43	65.00	65.32	62.88	60.24	60.11	60.50	61.39	62.76
Wind (km/d)	5.14	5.14	0.73	0.73	2.94	7.34	11.01	8.08	5.87	2.94	6.61	4.41
Sunhours	3.89	3.35	3.37	3.75	4.23	4.35	5.12	5.60	4.99	4.75	4.54	4.11
ET fao	3.27	3.17	3.11	3.01	2.88	2.73	2.95	3.32	3.44	3.51	3.46	3.29





**TABLA N°4.78: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : <b>TABACONAS</b>											
	Latitude : <b>-5.322</b> -5.54 -0.097 rad											
	Altitude : <b>1801</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =	0.5	alpha=					
	Albedo	alpha =		0.23								
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind		temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa			
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
		Grass	Alfalfa									
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	<b>JAN</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>APR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AUG</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>
<b>Tmax</b>	21.76	21.50	21.90	22.04	21.65	20.76	20.49	21.30	22.26	22.98	23.30	22.37
<b>Tmin</b>	13.37	13.67	13.63	13.74	13.48	12.83	12.25	12.44	12.94	13.28	13.33	13.46
<b>RHmean</b>	81.40	83.38	82.62	83.22	82.87	83.44	80.47	78.59	77.73	77.00	75.40	78.35
<b>RHmin</b>	60.33	63.18	61.57	61.96	61.97	62.87	59.83	57.05	55.50	54.24	52.56	56.95
<b>Wind (km/d)</b>	253.92	192.72	213.30	190.92	201.05	248.87	269.69	304.11	269.25	266.42	288.12	256.73
<b>Sunhours</b>	3.89	3.37	3.40	3.82	4.32	4.43	5.18	5.64	5.04	4.81	4.57	4.11
<b>ET fao</b>	<b>3.21</b>	<b>2.98</b>	<b>3.02</b>	<b>2.90</b>	<b>2.78</b>	<b>2.65</b>	<b>2.90</b>	<b>3.33</b>	<b>3.51</b>	<b>3.68</b>	<b>3.78</b>	<b>3.40</b>

**TABLA N°4.79: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : <b>TABALOSOS</b>											
	Latitude : <b>-6.406</b> -6.68 -0.117 rad											
	Altitude : <b>341</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =	0.5	alpha=					
	Albedo	alpha =		0.23								
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind		temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa			
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
		Grass	Alfalfa									
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	<b>JAN</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>APR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AUG</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>
<b>Tmax</b>	30.80	30.53	30.21	29.96	29.82	29.84	29.95	30.77	30.98	31.23	31.03	30.96
<b>Tmin</b>	20.78	20.69	20.49	20.29	20.06	19.46	18.72	18.95	19.47	20.20	20.67	20.95
<b>RHmean</b>	84.64	85.26	85.65	86.14	86.07	85.89	84.81	83.65	83.18	83.51	84.10	84.43
<b>RHmin</b>	60.24	61.06	61.57	62.01	61.71	60.06	57.30	55.34	55.78	57.14	59.10	60.14
<b>Wind (km/d)</b>	85.38	61.84	42.00	35.14	29.14	28.28	30.00	33.85	36.00	50.14	57.42	68.57
<b>Sunhours</b>	3.86	3.41	3.46	3.95	4.46	4.57	5.27	5.72	5.14	4.95	4.63	4.10
<b>ET fao</b>	<b>3.50</b>	<b>3.32</b>	<b>3.19</b>	<b>3.04</b>	<b>2.85</b>	<b>2.69</b>	<b>2.89</b>	<b>3.30</b>	<b>3.49</b>	<b>3.66</b>	<b>3.61</b>	<b>3.48</b>

**TABLA N°4.80: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : <b>TACABAMBA</b>											
	Latitude : <b>-6.384</b> -6.64 -0.116 rad											
	Altitude : <b>2275</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =	0.5	alpha=					
	Albedo	alpha =		0.23								
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind		temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa			
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
		Grass	Alfalfa									
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	<b>JAN</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>APR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AUG</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>
<b>Tmax</b>	24.50	24.22	24.11	24.54	25.18	25.10	24.98	25.21	25.07	25.09	24.91	24.94
<b>Tmin</b>	11.03	11.10	11.05	11.14	11.40	11.50	11.09	11.22	11.24	11.26	11.07	10.90
<b>RHmean</b>	84.66	85.27	85.67	86.17	86.11	85.93	84.85	83.69	83.22	83.54	84.13	84.46
<b>RHmin</b>	50.75	51.87	52.24	51.81	51.01	51.32	49.96	49.11	49.17	49.36	49.65	49.39
<b>Wind (km/d)</b>	246.91	257.88	253.31	231.36	233.65	230.45	253.31	253.31	265.65	257.42	263.37	242.33
<b>Sunhours</b>	3.86	3.41	3.46	3.96	4.48	4.59	5.28	5.73	5.15	4.95	4.63	4.10
<b>ET fao</b>	<b>3.51</b>	<b>3.42</b>	<b>3.34</b>	<b>3.22</b>	<b>3.15</b>	<b>3.03</b>	<b>3.28</b>	<b>3.62</b>	<b>3.78</b>	<b>3.83</b>	<b>3.75</b>	<b>3.59</b>

**TABLA N°4.81: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name : <b>TARAPOTO</b>											
	Latitude : <b>-6.4669</b> -6.78 -0.118 rad											
	Altitude : <b>360</b> m.											
Parameters :	Short Wave Rad	a =		0.25	b =	0.5	alpha=					
	Albedo	alpha =		0.23								
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind		temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa			
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
		Grass	Alfalfa									
Canopy resistance	rc =	69.502363	85.980477	11.99								
	<b>JAN</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>APR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AUG</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>
<b>Tmax</b>	33.79	33.34	32.88	32.79	32.89	32.42	32.45	33.10	33.63	33.85	33.90	33.99
<b>Tmin</b>	21.46	21.31	21.31	21.31	20.85	20.09	19.29	19.56	20.18	20.91	21.19	21.42
<b>RHmean</b>	84.62	85.22	85.62	86.10	86.01	85.82	84.76	83.61	83.14	83.46	84.06	84.40
<b>RHmin</b>	55.39	56.40	57.63	58.15	56.82	55.90	53.30	51.88	51.90	53.29	54.21	54.76
<b>Wind (km/d)</b>	163.75	106.56	101.21	85.17	73.23	78.17	92.16	103.68	106.59	103.90	125.71	159.02
<b>Sunhours</b>	4.29	3.63	3.60	4.04	4.62	4.81	5.40	5.83	5.47	5.25	4.67	4.70
<b>ET fao</b>	<b>4.14</b>	<b>3.74</b>	<b>3.60</b>	<b>3.40</b>	<b>3.22</b>	<b>3.09</b>	<b>3.35</b>	<b>3.80</b>	<b>4.07</b>	<b>4.17</b>	<b>4.11</b>	<b>4.22</b>



**TABLA N°4.82: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	TAYABAMBA										
	Latitude :	-8.284	-8.47	-0.148	rad							
	Altitude :	3250 m.										
Parameters :	Short Wave Rad	a =	0.25	b =	0.5	alpha=						
	Albedo	alpha =	0.23									
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	Grass	Alfalfa	11.99								
		69.502363	85.980477									
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	16.72	16.88	16.66	17.34	18.25	17.90	17.04	17.52	17.44	17.61	17.54	17.28
Tmin	7.54	7.54	7.46	7.27	6.76	5.88	5.35	5.62	6.48	7.09	7.34	7.26
RHmean	83.81	84.22	84.55	84.75	84.25	83.95	83.24	82.31	81.93	82.04	82.94	83.44
RHmin	59.21	59.13	59.68	57.68	53.89	52.28	52.47	51.47	53.52	54.75	56.15	56.90
Wind (km/d)	247.85	206.54	213.35	232.87	314.58	342.02	333.15	351.64	325.86	287.92	270.90	285.98
Sunhours	3.83	3.49	3.57	4.21	4.76	4.86	5.46	5.87	5.34	5.19	4.74	4.09
ET fao	2.82	2.76	2.68	2.64	2.69	2.64	2.68	2.99	3.09	3.17	3.08	2.94

**TABLA N°4.83: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	TINGO DE PONAZA										
	Latitude :	-6.949	-7.58	-0.132	rad							
	Altitude :	240 m.										
Parameters :	Short Wave Rad	a =	0.25	b =	0.5	alpha=						
	Albedo	alpha =	0.23									
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	Grass	Alfalfa	11.99								
		69.502363	85.980477									
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	33.26	32.52	31.93	31.36	31.83	31.82	31.85	32.94	33.08	33.28	33.64	33.63
Tmin	20.07	19.91	19.63	19.56	19.47	18.75	18.32	18.40	18.91	19.76	20.13	20.38
RHmean	84.40	84.95	85.33	85.74	85.54	85.32	84.34	83.25	82.81	83.08	83.75	84.14
RHmin	53.20	54.70	55.55	56.86	55.52	53.74	52.08	49.43	50.00	51.63	52.17	52.99
Wind (km/d)	138.03	100.18	80.23	63.91	101.21	91.53	116.28	103.95	90.93	99.98	121.99	129.60
Sunhours	3.85	3.43	3.49	4.02	4.54	4.64	5.31	5.76	5.20	5.02	4.65	4.09
ET fao	3.93	3.62	3.42	3.20	3.19	3.03	3.36	3.75	3.88	4.04	4.08	3.95

**TABLA N°4.84: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	TINGO MARIA										
	Latitude :	-9.290	-9.48	-0.166	rad							
	Altitude :	644 m.										
Parameters :	Short Wave Rad	a =	0.25	b =	0.5	alpha=						
	Albedo	alpha =	0.23									
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	Grass	Alfalfa	11.99								
		69.502363	85.980477									
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	29.23	29.15	29.35	29.79	29.74	29.35	29.29	30.00	30.41	30.28	29.88	29.48
Tmin	20.04	19.96	20.02	20.13	19.75	19.16	18.63	18.91	19.21	19.74	19.97	20.10
RHmean	83.35	83.65	83.96	83.98	83.24	82.86	82.34	81.54	81.22	81.22	82.28	82.89
RHmin	61.02	61.22	61.14	60.43	59.14	58.32	56.85	55.44	55.05	56.52	58.65	60.27
Wind (km/d)	42.01	45.54	61.42	66.36	44.83	135.55	67.42	67.07	41.14	75.24	79.32	40.03
Sunhours	3.80	3.52	3.63	4.33	4.87	4.97	5.53	5.93	5.44	5.32	4.78	4.07
ET fao	3.35	3.28	3.23	3.16	2.90	3.04	2.96	3.37	3.54	3.85	3.74	3.41

**TABLA N°4.85: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give :	Station name :	UCHIZA										
	Latitude :	-8.5836	-8.97	-0.157	rad							
	Altitude :	920 m.										
Parameters :	Short Wave Rad	a =	0.25	b =	0.5	alpha=						
	Albedo	alpha =	0.23									
	Long Wave Rad.	a =	0.9	b =	0.1							
		al =	0.34	bl =	-0.139							
Instrument height	wind	temp	Cropheight	AeroT Cff	Grass	Alfalfa	Grass	Alfalfa				
AerDyn Resistance	ra * U =	206.11352	200	190	12	899.91947	0.3372043	0.4171511	0.3372043	0.4171511		
Canopy resistance	rc =	Grass	Alfalfa	11.99								
		69.502363	85.980477									
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	30.17	30.04	30.40	30.45	30.45	30.20	29.91	30.41	30.30	30.99	30.37	30.52
Tmin	19.77	19.86	19.98	19.99	19.91	19.20	18.79	18.97	18.79	19.11	19.60	19.74
RHmean	83.67	84.05	84.37	84.51	83.94	83.61	82.95	82.06	81.70	81.78	82.73	83.27
RHmin	58.53	59.30	59.03	59.03	58.45	57.08	56.32	55.05	54.66	55.25	57.07	57.43
Wind (km/d)	66.87	67.83	62.37	63.33	66.87	69.27	72.75	72.01	65.02	68.16	65.58	69.82
Sunhours	3.81	3.50	3.59	4.24	4.78	4.88	5.47	5.88	5.36	5.23	4.74	4.08
ET fao	3.48	3.39	3.30	3.20	3.02	2.87	3.05	3.45	3.64	3.81	3.71	3.55



**TABLA N°4.86: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give : Station name : <b>YANAHUANCA</b>												
Latitude : <b>-10.491</b> -10.82 -0.189 rad												
Altitude : <b>3190</b> m.												
Parameters : Short Wave Rad a = 0.25 b = 0.5 alpha=												
Albedo alpha = 0.23												
Long Wave Rad. a = 0.9 b = 0.1												
al = 0.34 bl = -0.139												
Instrument height wind temp Cropheight AeroT Cff Grass Alfalfa Grass Alfalfa												
AerDyn Resistance ra * U = 206.113524 200 190 12 899.919468 0.33720428 0.41715107 0.33720428 0.41715107												
Canopy resistance rc = 69.5023631 85.9804768 11.99												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	18.83	18.45	18.31	19.00	19.59	19.83	19.53	19.68	19.36	19.39	19.52	19.15
Tmin	7.83	7.95	7.97	7.60	7.03	6.35	6.07	6.30	7.04	7.35	7.45	7.69
RHmean	82.82	82.99	83.26	83.10	82.08	81.63	81.35	80.70	80.42	80.28	81.55	82.26
RHmin	54.31	55.59	56.16	53.51	50.19	47.80	47.62	47.45	49.69	50.27	51.01	52.86
Wind (km/d)	13.72	15.09	12.53	12.44	17.15	8.92	17.15	27.44	42.53	28.13	29.50	15.09
Sunhours	3.78	3.57	3.70	4.49	5.07	5.17	5.66	6.03	5.56	5.47	4.86	4.07
ET fao	2.82	2.76	2.64	2.50	2.29	2.09	2.26	2.65	2.94	3.13	3.07	2.88

**TABLA N°4.87: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give : Station name : <b>YURIMAGUAS</b>												
Latitude : <b>-5.894</b> -6.49 -0.113 rad												
Altitude : <b>139</b> m.												
Parameters : Short Wave Rad a = 0.25 b = 0.5 alpha=												
Albedo alpha = 0.23												
Long Wave Rad. a = 0.9 b = 0.1												
al = 0.34 bl = -0.139												
Instrument height wind temp Cropheight AeroT Cff Grass Alfalfa Grass Alfalfa												
AerDyn Resistance ra * U = 206.113524 200 190 12 899.919468 0.33720428 0.41715107 0.33720428 0.41715107												
Canopy resistance rc = 69.5023631 85.9804768 11.99												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	32.18	31.85	31.51	31.84	31.81	31.25	31.53	32.49	32.78	32.63	32.21	32.16
Tmin	22.66	22.50	22.53	22.55	22.39	21.82	21.47	21.60	22.12	22.49	22.59	22.61
RHmean	84.87	85.54	85.95	86.52	86.57	86.42	85.25	84.02	83.53	83.92	84.42	84.71
RHmin	61.83	62.67	63.81	63.53	63.24	63.03	60.69	58.08	58.31	59.76	61.27	61.63
Wind (km/d)	158.40	106.97	89.07	98.67	97.98	78.42	94.41	83.77	93.39	104.50	155.52	171.36
Sunhours	3.87	3.39	3.43	3.88	4.38	4.49	5.22	5.68	5.09	4.88	4.60	4.10
ET fao	3.79	3.53	3.39	3.31	3.17	2.96	3.23	3.64	3.85	3.96	3.99	3.86

**TABLA N°4.88: PENMAN-MONTEITH CALCULATIONS**

Give : Station name : <b>MARCAPOMACOCCHA</b>												
Latitude : <b>-11.404</b> -11.67 -0.204 rad												
Altitude : <b>4479</b> m.												
Parameters : Short Wave Rad a = 0.25 b = 0.5 alpha=												
Albedo alpha = 0.23												
Long Wave Rad. a = 0.9 b = 0.1												
al = 0.34 bl = -0.139												
Instrument height wind temp Cropheight AeroT Cff Grass Alfalfa Grass Alfalfa												
AerDyn Resistance ra * U = 206.113524 200 190 12 899.919468 0.33720428 0.41715107 0.33720428 0.41715107												
Canopy resistance rc = 69.5023631 85.9804768 11.99												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	9.86	9.96	10.07	10.35	10.69	10.26	10.23	10.62	10.60	10.72	11.00	10.42
Tmin	0.17	0.16	0.28	-0.12	-1.61	-2.74	-3.89	-3.39	-2.06	-1.05	-0.74	-0.33
RHmean	87.77	87.95	87.90	87.41	85.02	84.48	83.94	82.91	83.51	83.93	83.94	85.67
RHmin	59.16	58.99	59.01	56.82	50.49	48.22	45.11	44.92	48.64	51.20	51.37	54.95
Wind (km/d)	255.36	273.69	245.54	241.92	239.83	255.46	282.33	266.11	267.52	270.50	246.66	256.32
Sunhours	3.67	3.29	3.20	5.14	6.86	7.44	7.73	7.13	5.92	5.32	5.43	4.07
ET fao	2.31	2.23	2.14	2.21	2.25	2.16	2.29	2.48	2.56	2.63	2.73	2.46

TABLA 4.89 EVAPOTRANSPIRACIÓN MEDIA AREAL (mm)

UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ALTO MARAÑÓN	77.0	72.2	79.3	71.8	62.3	51.4	49.9	56.1	73.7	80.9	79.0	76.0
BAJO MARAÑÓN	96.3	86.0	94.3	88.2	84.0	72.0	73.7	83.9	90.1	99.4	96.8	97.8
CENEPA	96.1	85.0	93.1	86.3	82.3	71.8	72.9	80.5	93.3	101.3	97.3	97.4
HUALLAGA	91.0	82.1	89.1	81.6	73.4	63.1	63.1	71.5	82.5	92.9	91.1	89.7
MEDIO ALTO MARAÑÓN	99.7	88.9	97.7	90.7	86.3	73.0	73.4	82.6	97.2	104.3	100.5	99.4
MEDIO BAJO MARAÑÓN	96.4	85.5	94.0	87.8	84.1	73.9	75.4	85.8	89.4	98.7	96.4	96.6
MEDIO MARAÑÓN	95.0	84.2	92.9	86.8	83.3	75.0	76.2	87.2	87.3	96.9	94.3	93.8
PASTAZA	101.5	90.1	99.5	92.5	88.6	74.5	74.5	84.4	99.9	106.5	102.8	101.2
TIGRE	93.9	83.9	93.2	86.7	82.7	73.3	74.4	84.4	88.4	97.1	94.5	93.7
BORJA	82.1	75.8	83.2	75.9	67.6	56.4	55.5	62.1	79.2	86.3	83.9	81.4
TOTAL	91.0	82.1	90.4	83.5	77.1	65.9	66.4	74.8	85.9	94.3	92.1	91.0

TABLA 4.90 CAUDAL MEDIO MENSUAL (m<sup>3</sup>/s)

UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ALTO MARAÑÓN	2498.1	3342.4	3622.0	3584.4	2571.1	1922.1	1564.6	1136.8	1506.9	1932.3	2062.5	2165.6
BAJO MARAÑÓN	296.2	341.8	346.9	438.9	460.0	410.9	382.3	304.7	289.6	255.0	289.3	286.5
CENEPA	461.3	563.9	586.1	705.5	797.2	718.5	714.7	554.9	460.4	367.0	399.1	403.1
HUALLAGA	5308.9	6169.1	6601.7	6828.3	5961.3	4977.6	4272.8	3453.4	3960.1	4245.5	4962.5	4676.9
MEDIO ALTO MARAÑÓN	2426.2	2742.8	3142.2	3730.2	4822.7	4193.3	3711.6	2830.8	2382.1	2194.0	2424.3	2353.3
MEDIO BAJO MARAÑÓN	2213.5	2430.1	2754.0	3325.4	3527.2	3192.8	2869.2	2083.6	2130.0	1797.0	2103.3	2175.6
MEDIO MARAÑÓN	225.0	247.3	284.6	321.1	387.4	351.4	288.5	208.9	232.6	171.8	220.4	232.5
PASTAZA	1012.4	1120.8	1199.6	1499.5	1855.5	1868.4	1629.5	1111.7	1085.3	848.1	960.3	961.9
TIGRE	2490.5	2609.1	2843.0	3695.7	4310.1	4542.9	4109.9	3062.7	2726.2	2127.0	2379.3	2347.8
BORJA	4739.7	5743.3	6103.9	6808.3	6555.3	5525.9	4895.6	3649.3	3580.0	3976.8	4203.9	4322.3

TABLA 4.91 ESCORRENTÍA MEDIA MENSUAL (mm)

UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ALTO MARAÑÓN	101.1	122.2	146.6	140.4	104.1	75.3	63.3	46.0	59.0	78.2	80.8	87.7
BAJO MARAÑÓN	190.7	198.7	223.3	273.4	296.1	256.0	246.1	196.1	180.4	164.2	180.2	184.4
CENEPA	182.8	201.8	232.2	270.5	315.9	275.5	283.2	219.9	176.5	145.4	153.0	159.7
HUALLAGA	158.2	166.0	196.7	196.9	177.6	143.5	127.3	102.9	114.2	126.5	143.1	139.4
MEDIO ALTO MARAÑÓN	167.9	171.5	217.5	249.9	333.8	280.9	256.9	195.9	159.6	151.9	162.4	162.9
MEDIO BAJO MARAÑÓN	167.2	165.8	208.0	243.1	266.4	233.4	216.7	157.4	155.7	135.7	153.7	164.3
MEDIO MARAÑÓN	152.7	151.6	193.1	210.9	262.9	230.8	195.8	141.8	152.7	116.6	144.7	157.8
PASTAZA	145.5	145.5	172.5	208.6	266.8	259.9	234.3	159.8	151.0	121.9	133.6	138.3
TIGRE	190.4	180.1	217.3	273.4	329.5	336.1	314.2	234.1	201.7	162.6	176.0	179.5
BORJA	145.3	159.0	187.1	202.0	200.9	163.9	150.1	111.9	106.2	121.9	124.7	132.5

TABLA 4.92 BALANCE HÍDRICO MENSUAL (mm)

UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ALTO MARAÑÓN	34.2	62.0	79.8	45.5	6.7	-5.3	-13.2	-22.9	-20.5	12.6	19.2	28.8
BAJO MARAÑÓN	113.4	132.2	148.0	140.2	112.5	84.7	68.9	57.6	72.4	96.9	122.3	122.5
CENEPA	104.8	136.6	158.8	139.6	127.3	96.8	91.2	78.1	65.8	72.6	88.7	93.4
HUALLAGA	82.9	100.2	124.3	82.8	44.4	24.7	10.6	2.8	20.4	58.3	82.8	76.8
MEDIO ALTO MARAÑÓN	84.9	99.4	138.2	118.1	135.1	98.9	75.4	58.7	46.6	77.3	96.9	95.2
MEDIO BAJO MARAÑÓN	87.4	96.5	131.7	115.2	92.6	69.0	50.2	27.8	50.9	63.5	90.4	99.7
MEDIO MARAÑÓN	72.9	82.2	116.6	89.3	91.1	66.3	37.2	15.1	50.4	42.4	81.6	94.7
PASTAZA	58.5	69.7	87.5	81.7	88.4	84.7	61.3	30.9	36.2	39.3	59.6	64.1
TIGRE	115.4	114.0	142.6	141.7	135.9	132.5	107.6	84.6	93.3	97.2	119.5	120.7
BORJA	77.6	98.8	119.7	92.8	65.7	43.9	31.5	18.6	16.5	59.4	67.6	76.9
TOTAL	69.9	87.5	112.4	85.0	61.3	44.0	28.0	14.0	22.9	48.3	66.4	68.7

## ***ANEXO II***

## ***FIGURAS***

FIGURA 4.1 RECTÁNGULO EQUIVALENTE CUENCA DEL RIO MARAÑÓN

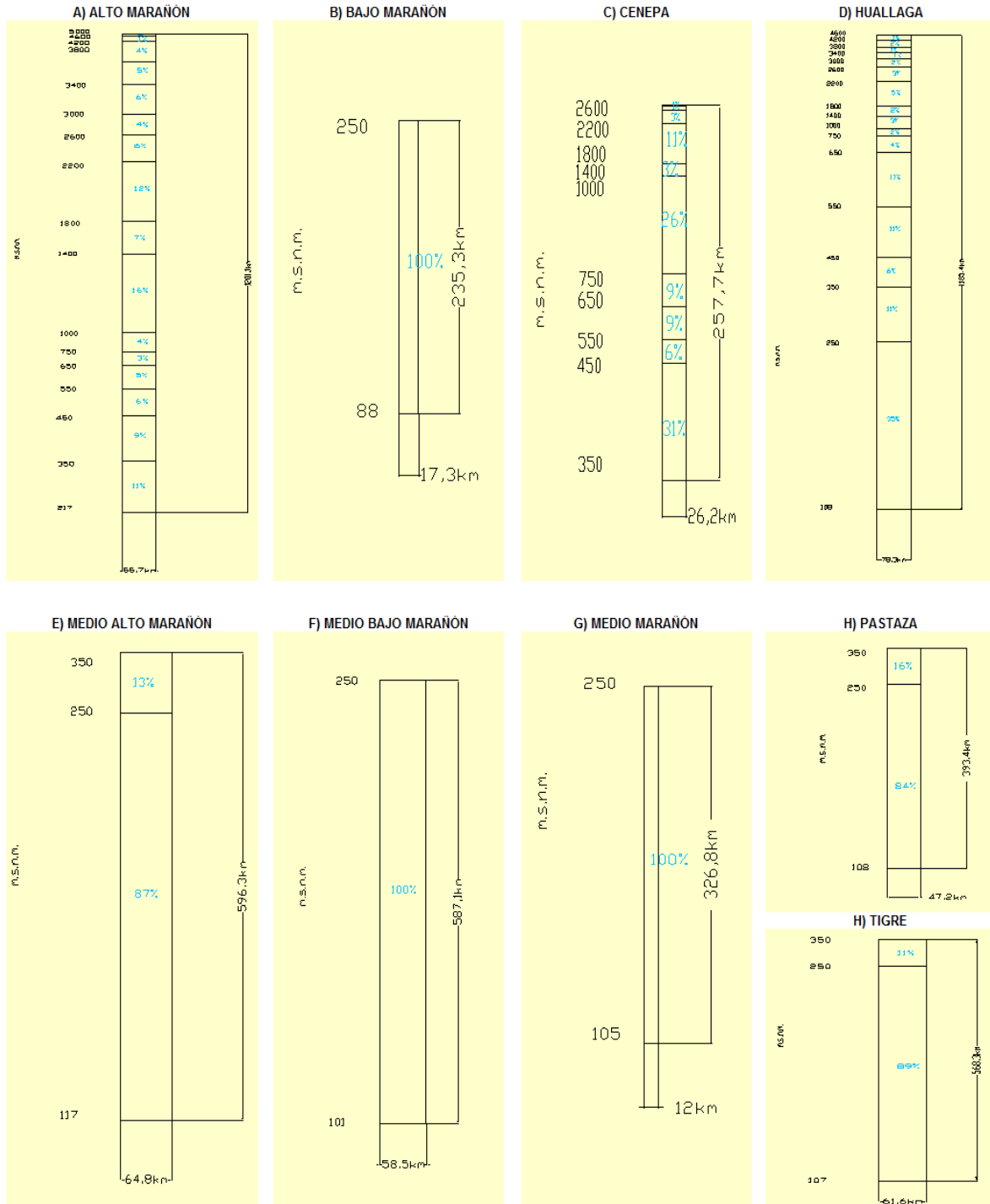




FIGURA N° 4.2: PÉRFIL LONGITUDINAL

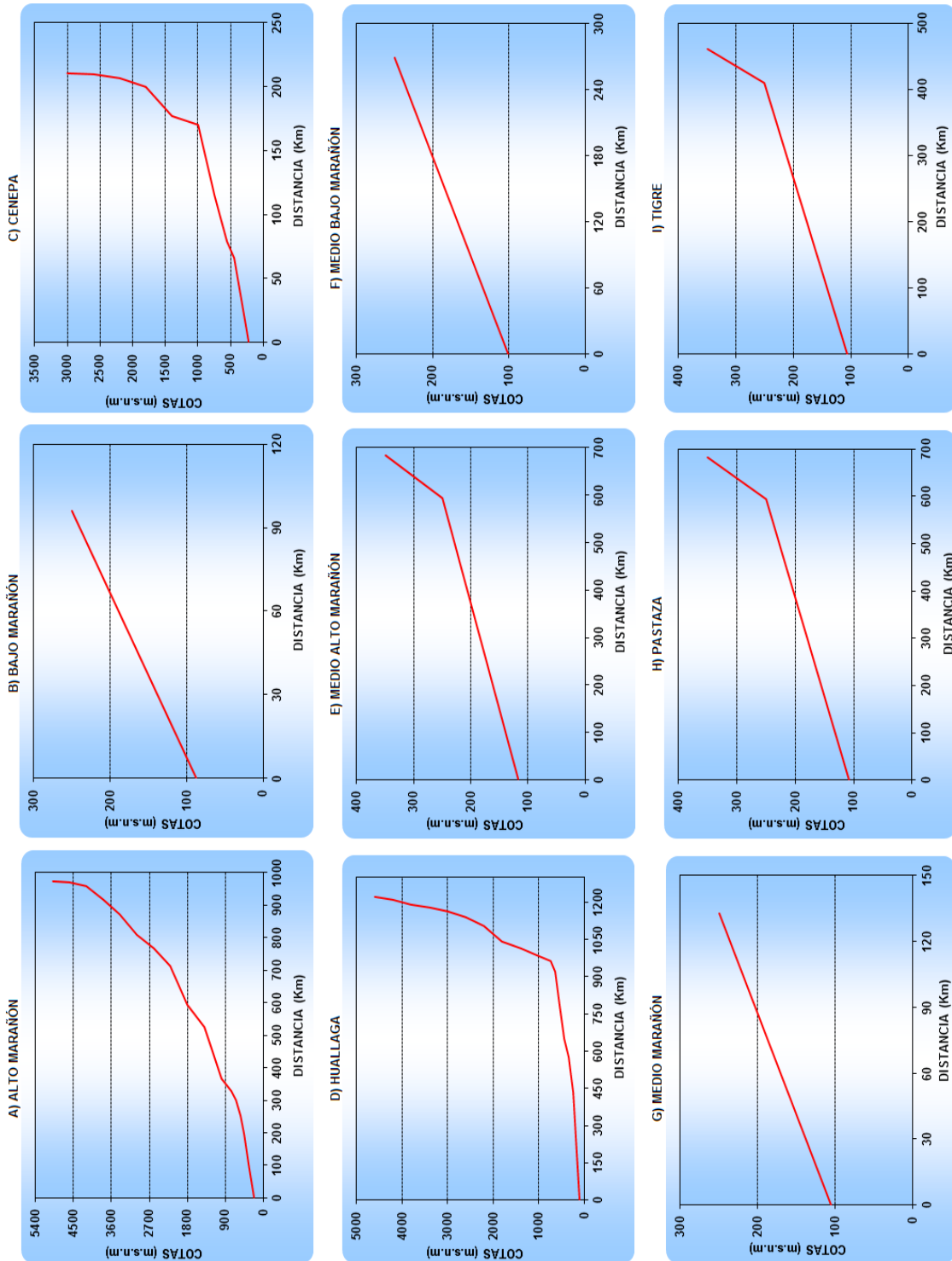




FIGURA 4.3: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL G<sub>1</sub> PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : SANTA CLOTILDE

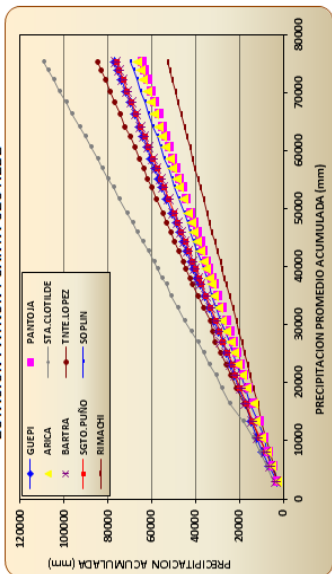


FIGURA 4.4: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL G<sub>2</sub> PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : CABALLOCOCHA

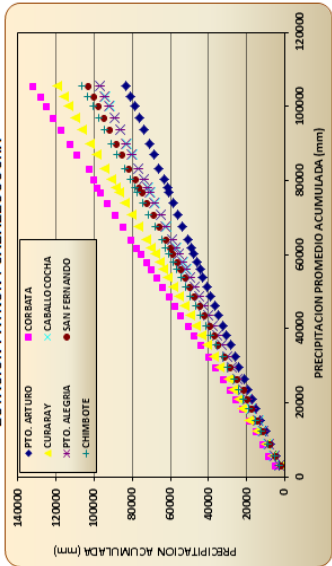


FIGURA 4.5: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL G<sub>3</sub> PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : SANTA RITA DE CASTILLA

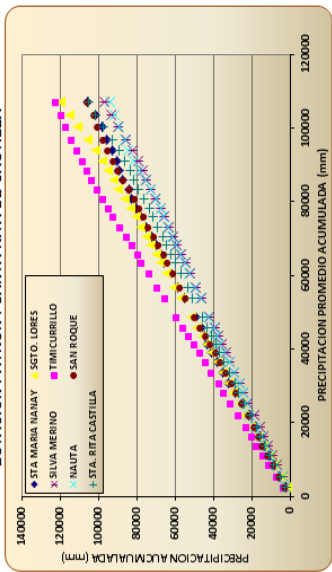


FIGURA 4.6: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL G<sub>4</sub> PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : BAGAZAN

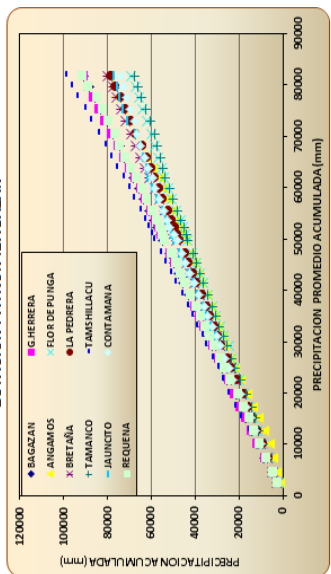


FIGURA 4.7: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL G<sub>5</sub> PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : SAN RAMÓN

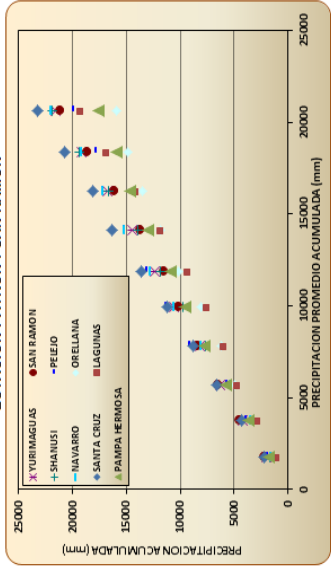


FIGURA 4.8: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL G<sub>6</sub> PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : BAGUA CHICA

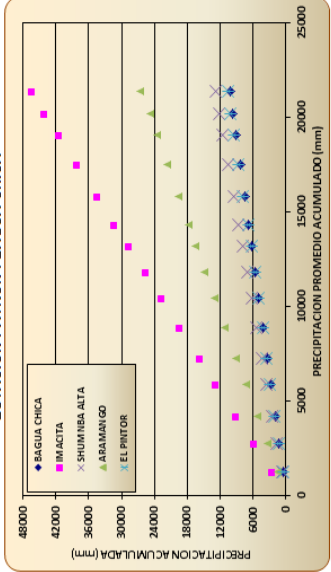


FIGURA 4.9: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL G<sub>7</sub> PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : IMACTA

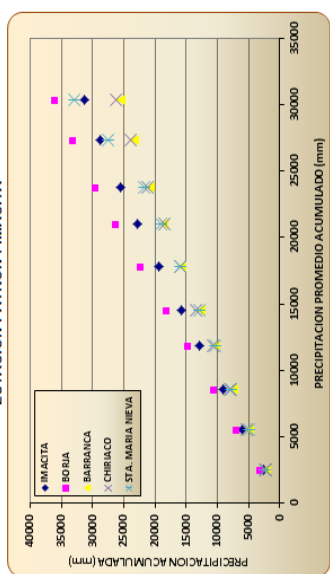


FIGURA 4.10: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL G<sub>8</sub> PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : JAJEN

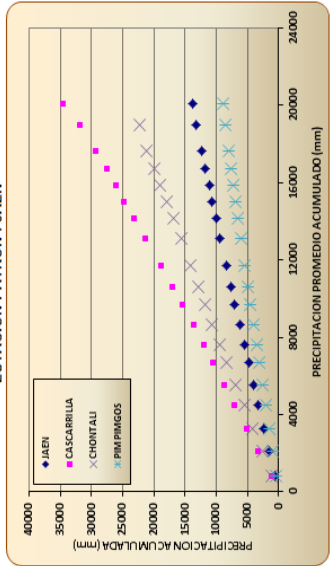


FIGURA 4.11: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL G<sub>9</sub> PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : SHUMBA ALTA

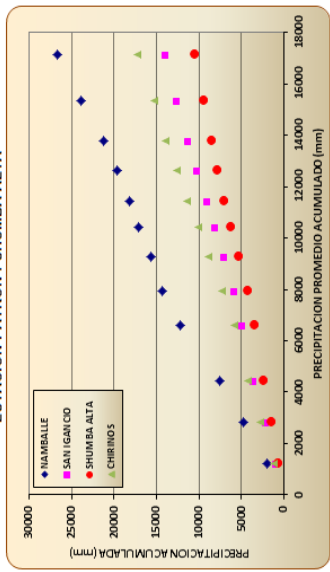


FIGURA 4.12: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL G<sub>10</sub> PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : RIOJA

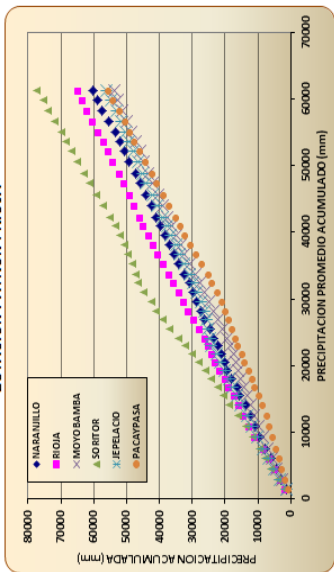


FIGURA 4.13: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL G<sub>11</sub> PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : TABALOSOS

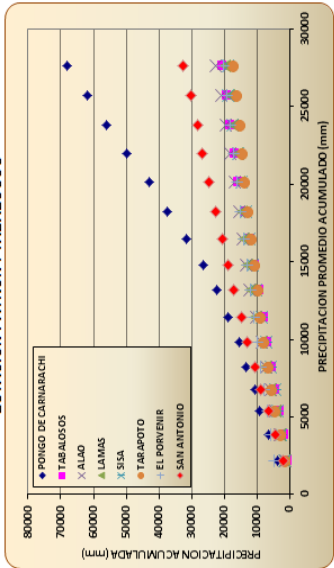


FIGURA 4.14: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL G<sub>12</sub> PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : PULLANA

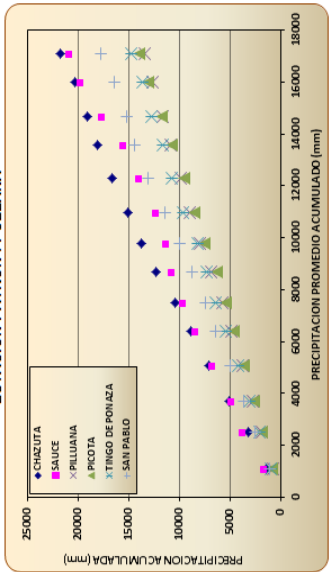


FIGURA 4.15: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL G<sub>13</sub> PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : NUEVO LIMA

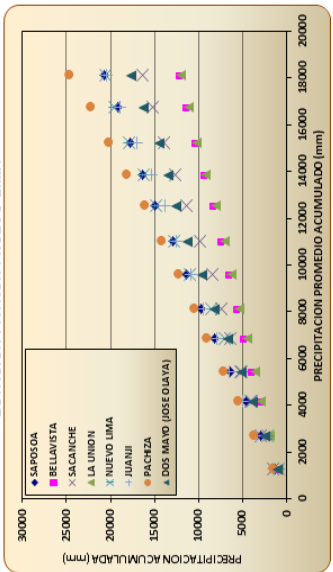


FIGURA 4.16: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL G<sub>14</sub> PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : JAMALCA

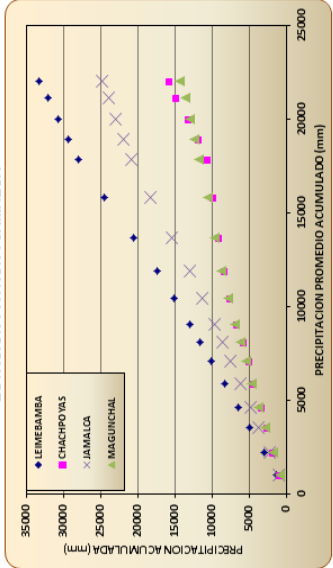


FIGURA 4.17: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL G<sub>15</sub> PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : SAN JUAN DE LOS ALISOS

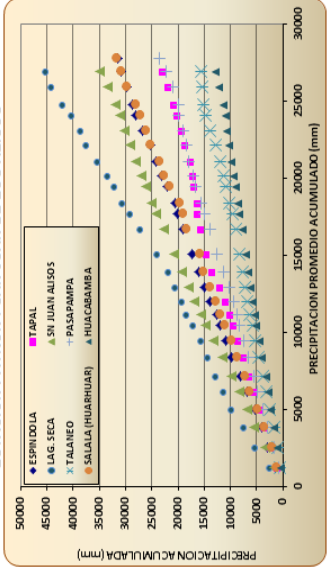


FIGURA 4.18: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL G<sub>16</sub> PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : TABACONAS

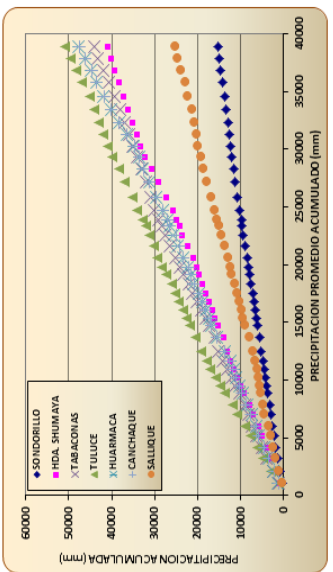


FIGURA 4.19: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL G<sub>17</sub> PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : PORCULLA

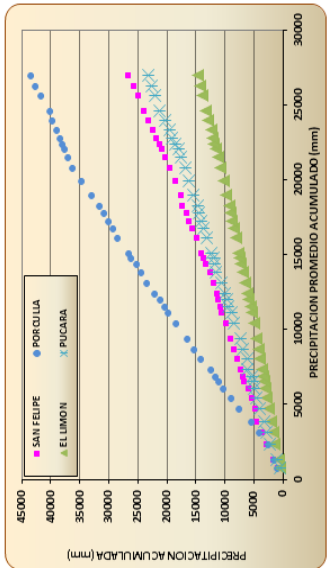


FIGURA 4.20: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL G<sub>18</sub> PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : COCHABAMBA

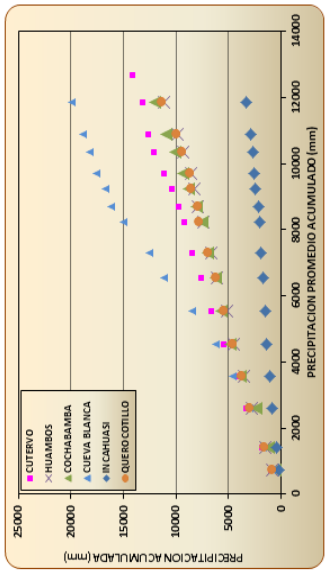


FIGURA 4.21: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL  $G_{19}$  PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : CHUGUR

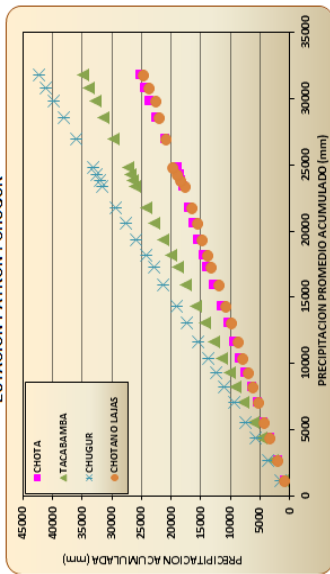


FIGURA 4.22: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL  $G_{20}$  PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : BAMBAMARCA

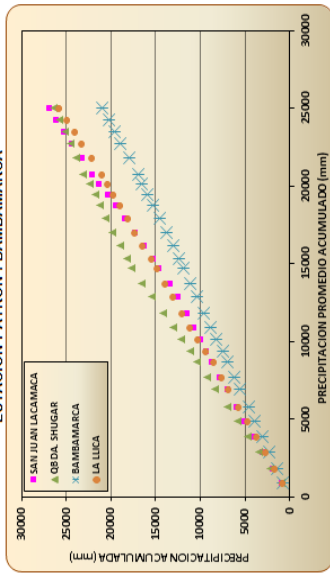


FIGURA 4.23: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL  $G_{21}$  PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : SAN MARCOS

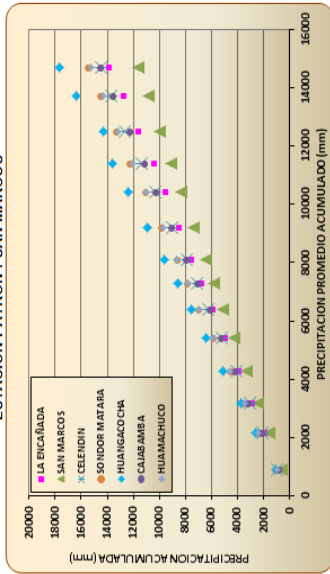


FIGURA 4.24: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL  $G_{22}$  PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : MOLLEPATA

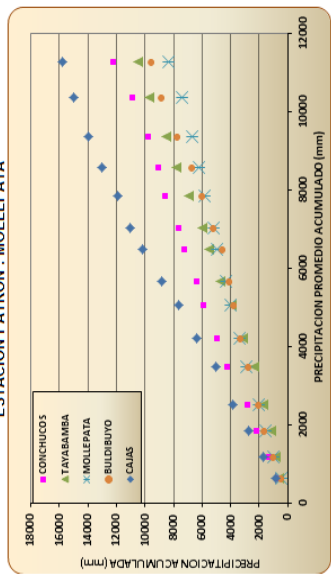


FIGURA 4.25: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL  $G_{23}$  PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : CHANCOS

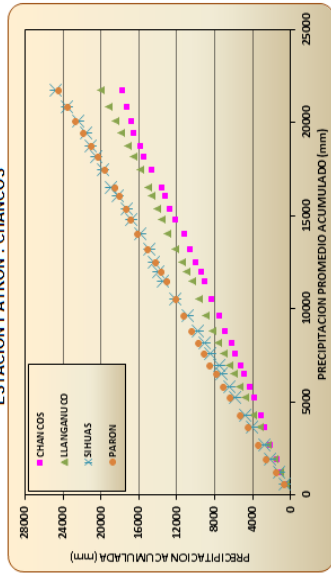


FIGURA 4.26: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL  $G_{24}$  PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : CHAVIN

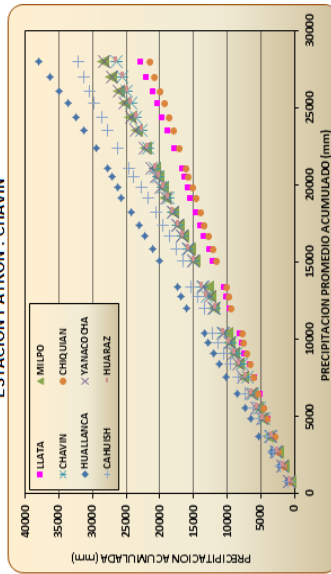


FIGURA 4.27: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL  $G_{25}$  PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : OYÓN

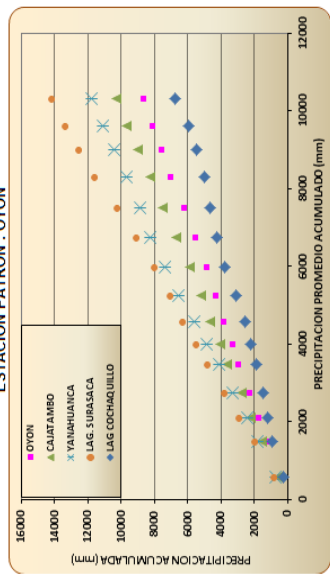


FIGURA 4.28: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL  $G_{26}$  PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : TINGO MARIA

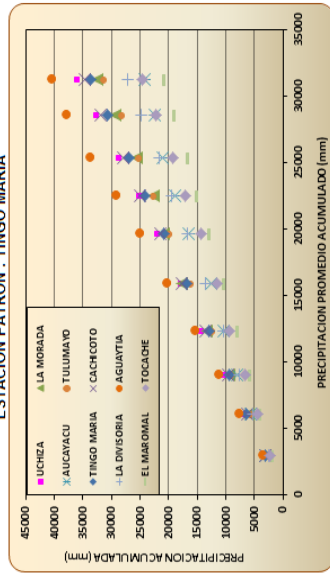


FIGURA 4.29: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL  $G_{27}$  PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : HUANUCO

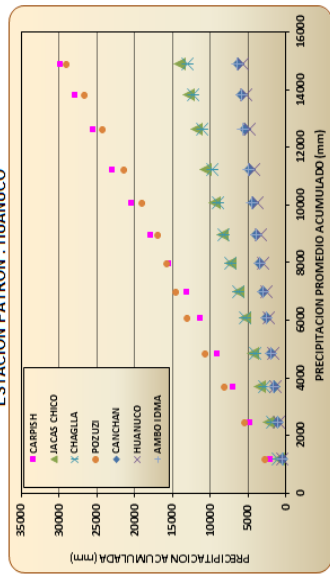


FIGURA 4.30: ANÁLISIS DOBLE MASA DEL  $G_{25}$  PARA DETERMINAR ESTACIÓN PATRÓN : CERRO PASCO

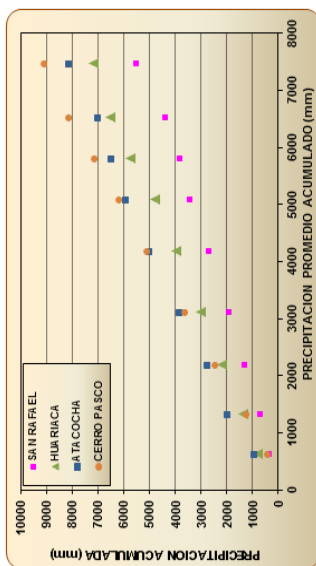


FIGURA 4.31: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN  $G_1$  ESTACIÓN GUEPPI

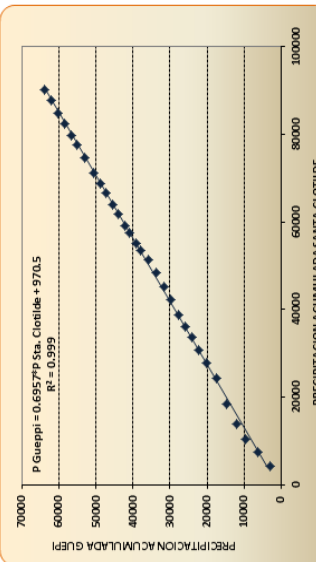


FIGURA 4.32: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN  $G_1$  ESTACIÓN PANTOJA

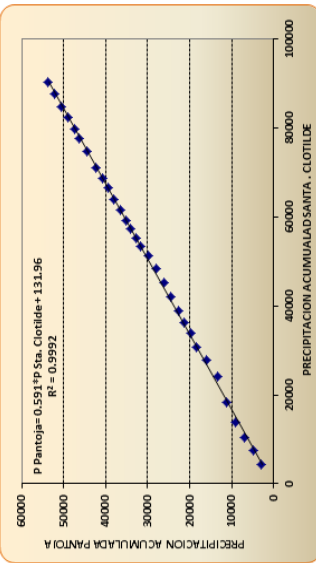


FIGURA 4.33: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN  $G_1$  ESTACIÓN ARICA

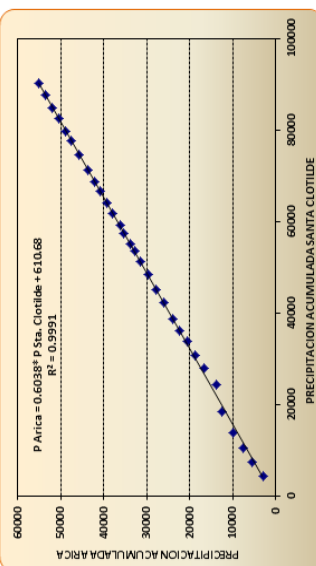


FIGURA 4.34: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN  $G_1$  ESTACIÓN BARRA

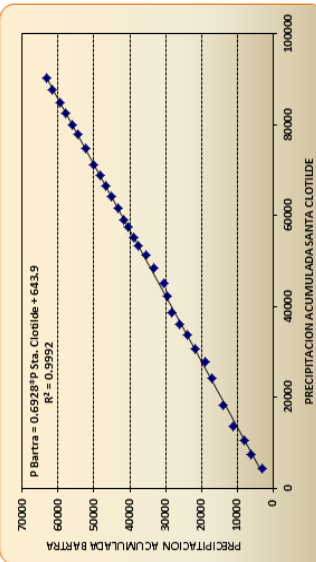


FIGURA 4.35: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN  $G_1$  ESTACIÓN TENIENTE LÓPEZ

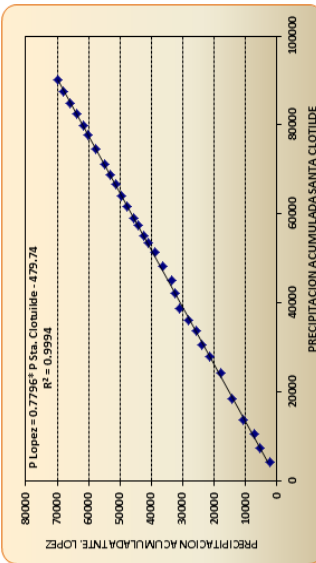


FIGURA 4.36: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN  $G_1$  ESTACIÓN SARGENTO PUÑO

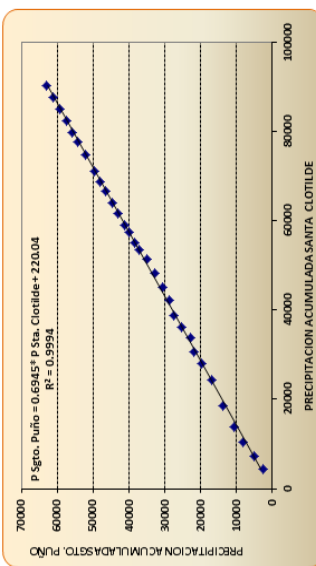


FIGURA 4.37: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN  $G_1$  ESTACIÓN SOPLIN

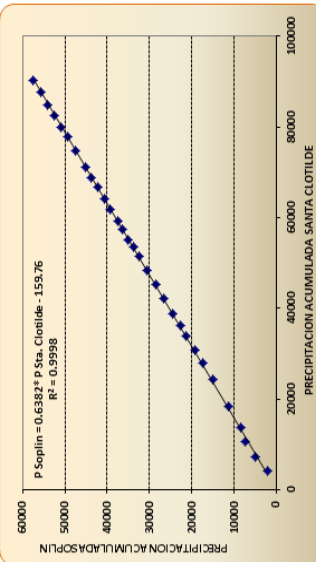


FIGURA 4.38: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN  $G_1$  ESTACIÓN RIMACHI

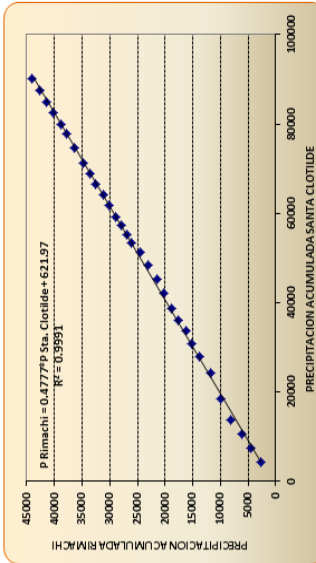




FIGURA 4.41: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>2</sub>  
ESTACIÓN CURARAY

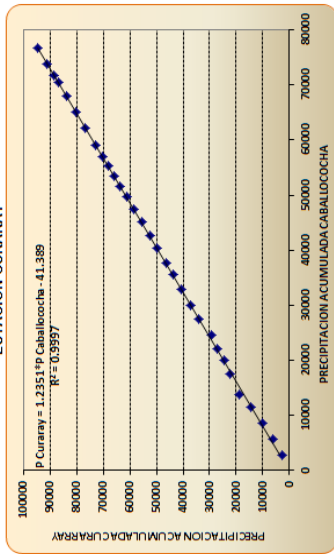


FIGURA 4.40: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>2</sub>  
ESTACIÓN CORBATÁ

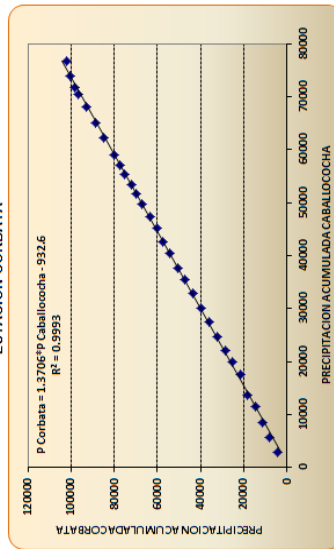


FIGURA 4.39: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>2</sub>  
ESTACIÓN PUERTO ARTURO

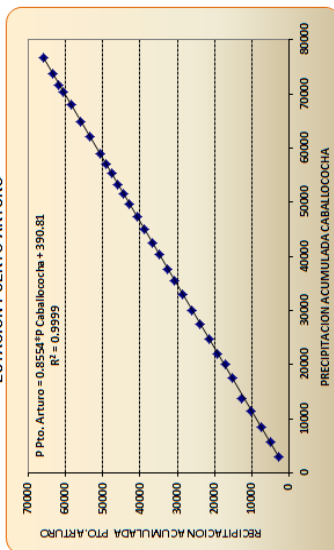


FIGURA 4.44: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>2</sub>  
ESTACIÓN CHIMBOTE

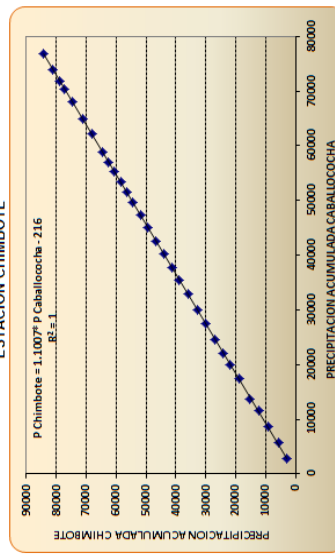


FIGURA 4.43: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>2</sub>  
ESTACIÓN SAN FERNANDO

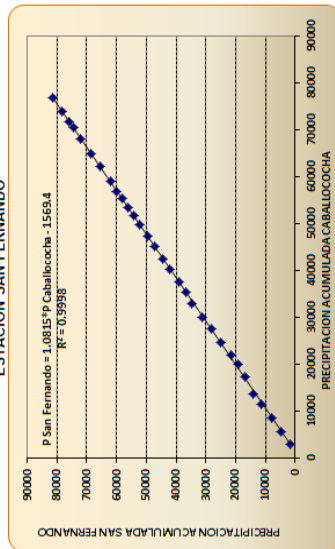


FIGURA 4.42: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>2</sub>  
ESTACIÓN PUERTO ALEGRIA

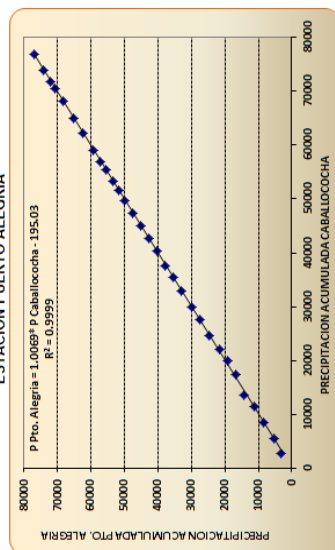


FIGURA 4.47: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>4</sub>  
ESTACIÓN LA PEDRERA

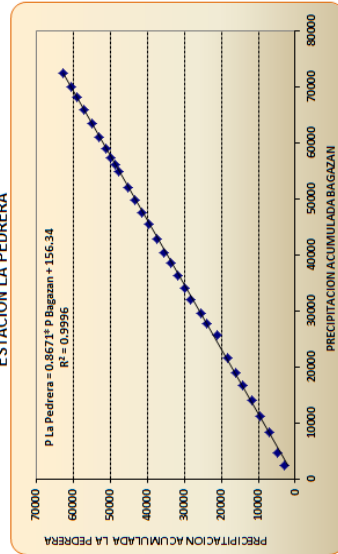


FIGURA 4.46: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>3</sub>  
ESTACIÓN SILVIA MERINO

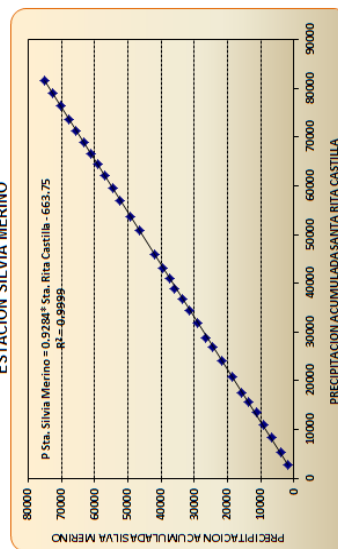


FIGURA 4.45: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>3</sub>  
ESTACIÓN SARGENTO LORES

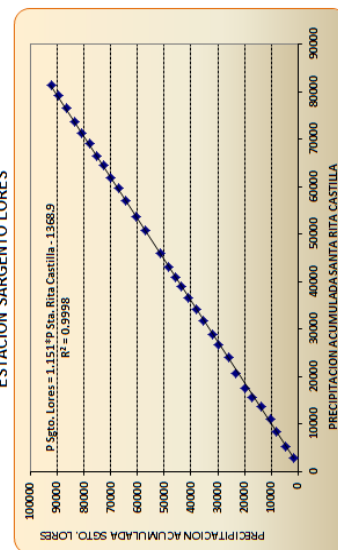


FIGURA 4.48: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>5</sub>  
ESTACIÓN YURIMAGUAS

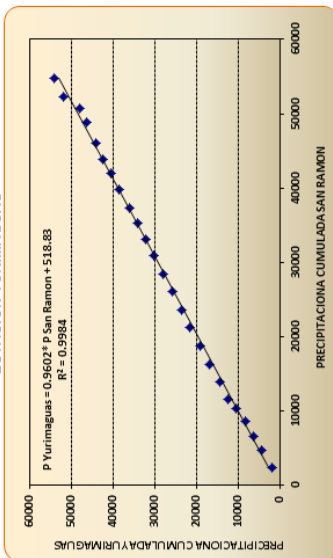


FIGURA 4.49: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>5</sub>  
ESTACIÓN LAGUNAS

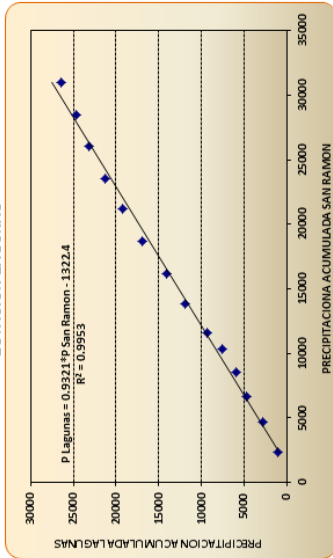


FIGURA 4.49: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>5</sub>  
ESTACIÓN SANTA CRUZ

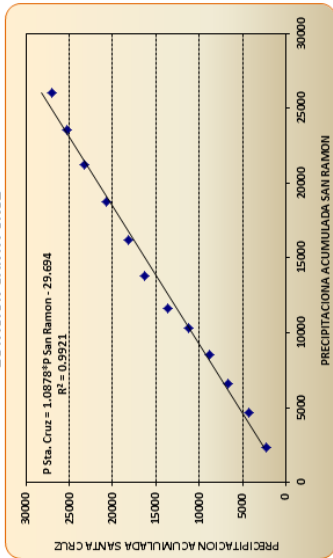


FIGURA 4.51: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>6</sub>  
ESTACIÓN SHUMBA ALTA

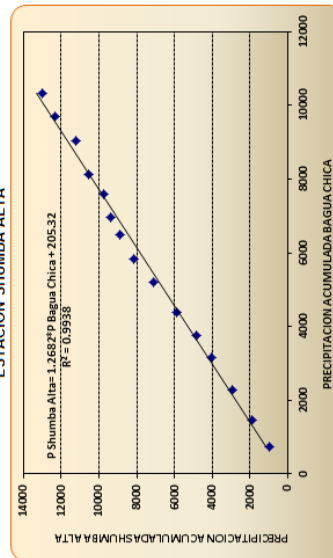


FIGURA 4.52: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>6</sub>  
ESTACIÓN ARAMANGO

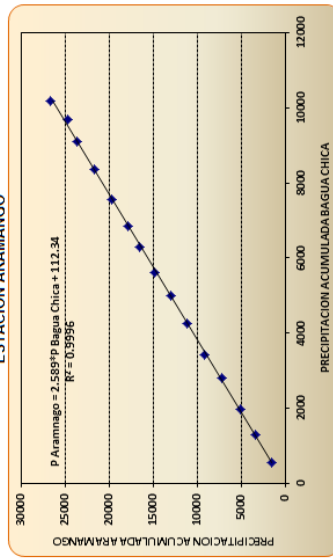


FIGURA 4.53: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>6</sub>  
ESTACIÓN EL PINTOR

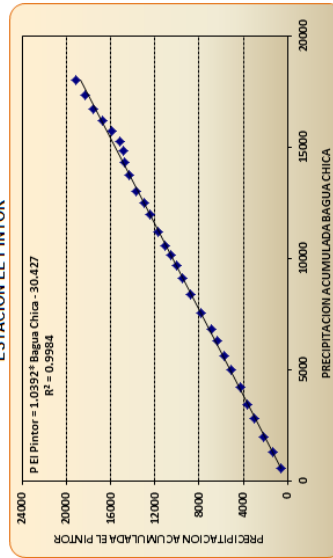


FIGURA 4.54: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>7</sub>  
ESTACIÓN CHIRIACO

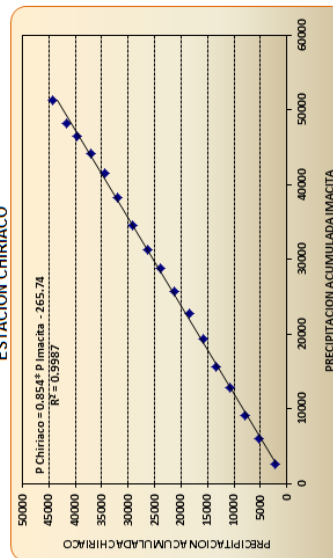


FIGURA 4.55: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>7</sub>  
ESTACIÓN SANTA MARÍA DE NIEVA

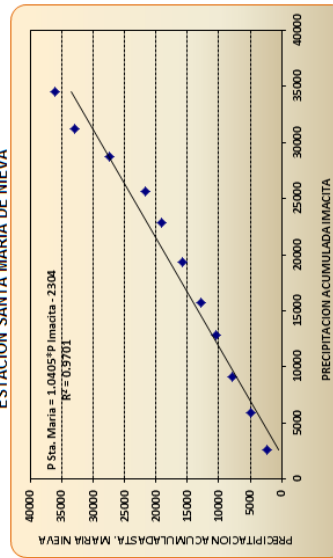


FIGURA 4.56: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>8</sub>  
ESTACIÓN CASCARRILLA

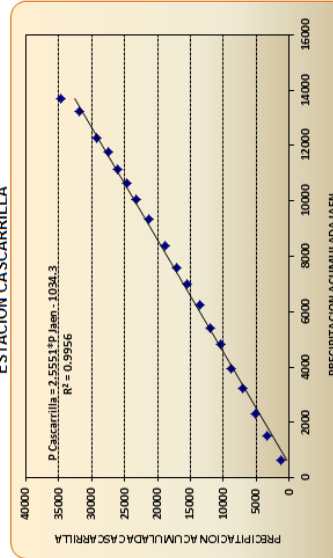


FIGURA 4.59: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>9</sub>  
ESTACIÓN NAMBALLE

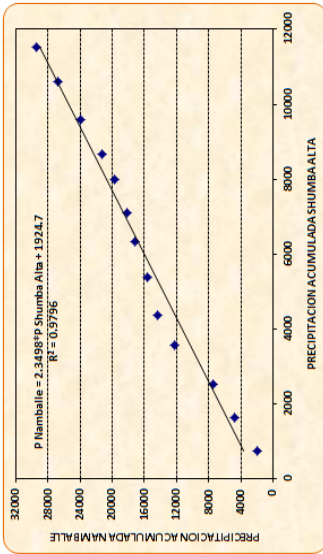


FIGURA 4.62: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>12</sub>  
ESTACIÓN TINGO DE PONAZA

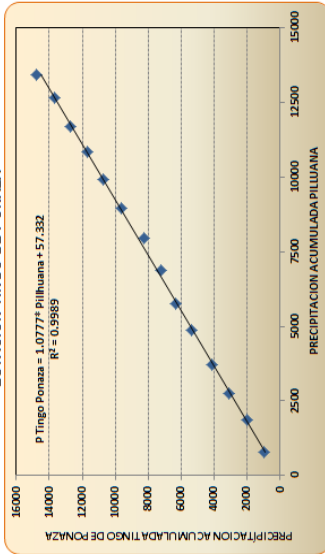


FIGURA 4.65: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>13</sub>  
ESTACIÓN SHEPTE

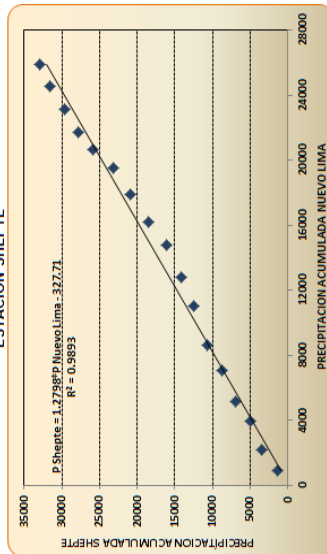


FIGURA 4.58: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>8</sub>  
ESTACIÓN PIMPINGOS

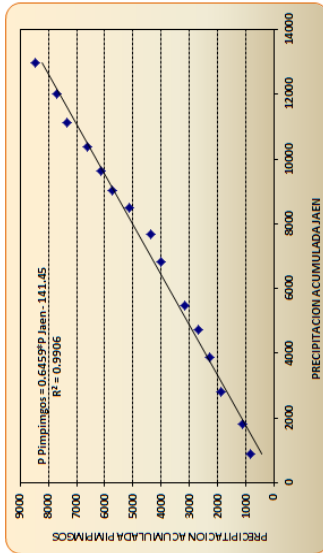


FIGURA 4.61: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>9</sub>  
ESTACIÓN CHIRINOS

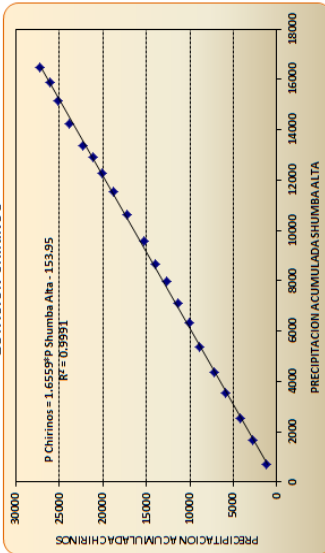


FIGURA 4.64: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>13</sub>  
ESTACIÓN DOS DE MAYO

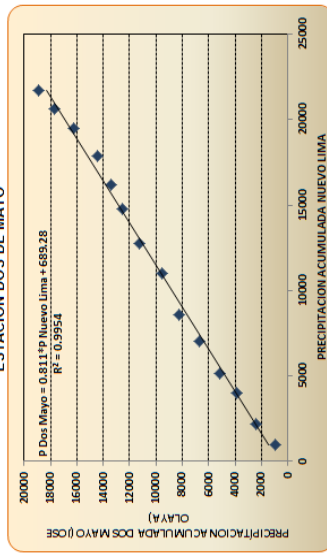


FIGURA 4.57: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>8</sub>  
ESTACIÓN YURIMAGUAS

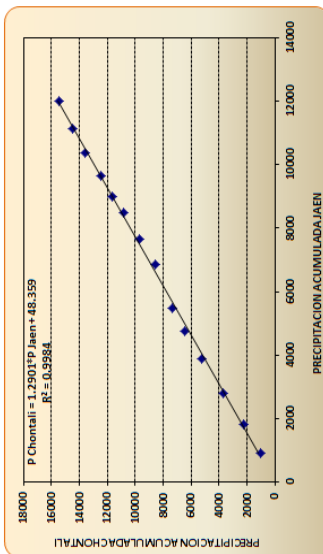


FIGURA 4.60: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>9</sub>  
ESTACIÓN SAN IGNACIO

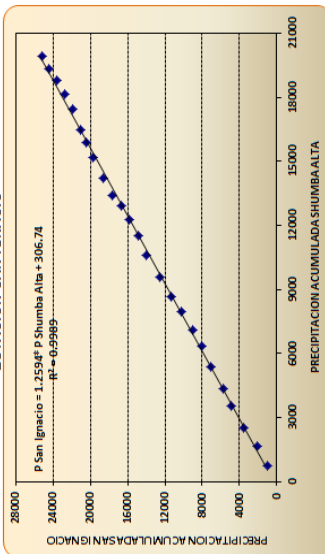


FIGURA 4.63: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>13</sub>  
ESTACIÓN BELLAVISTA

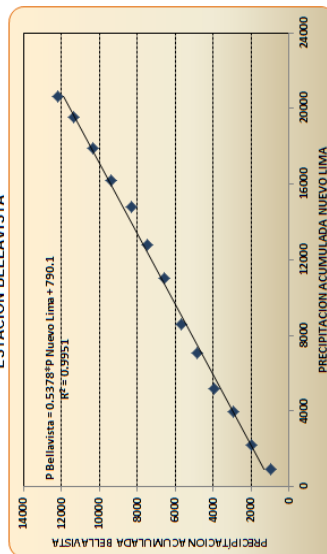




FIGURA 4.68: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>14</sub>  
ESTACIÓN MACHUNGAL

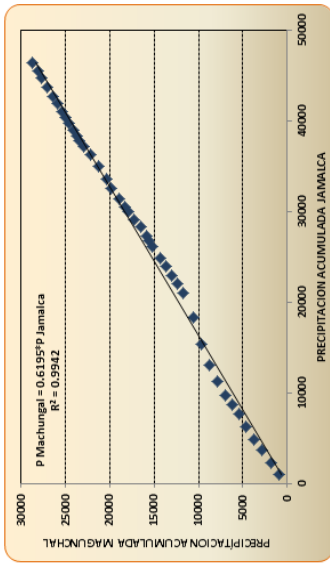


FIGURA 4.71: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>19</sub>  
ESTACIÓN TACABAMBA

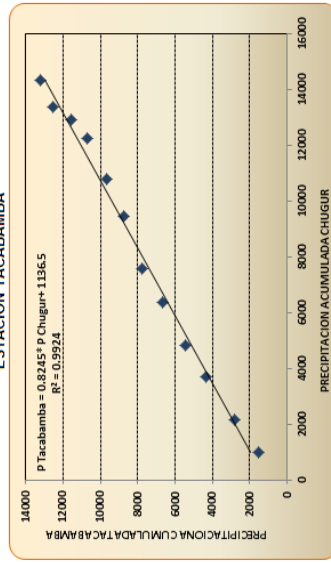


FIGURA 4.74: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>20</sub>  
ESTACIÓN LA LLICA

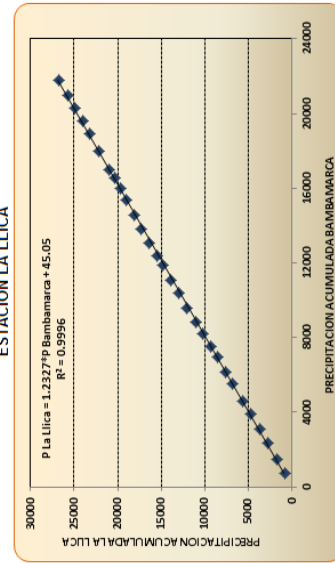


FIGURA 4.67: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>14</sub>  
ESTACIÓN CHACHAPOYAS

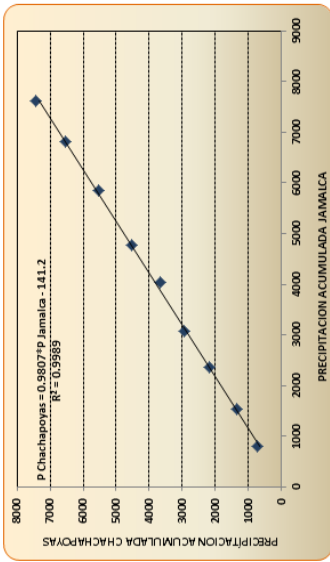


FIGURA 4.70: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>19</sub>  
ESTACIÓN CHOTA

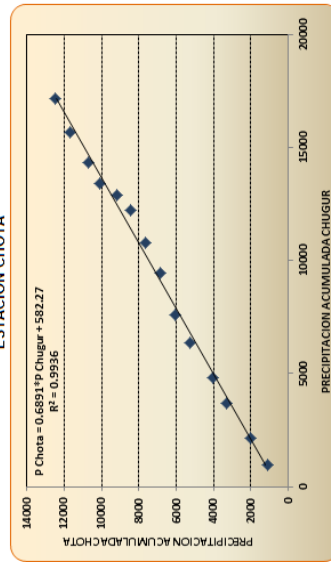


FIGURA 4.73: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>20</sub>  
ESTACIÓN SAN JUAN LACAMACA

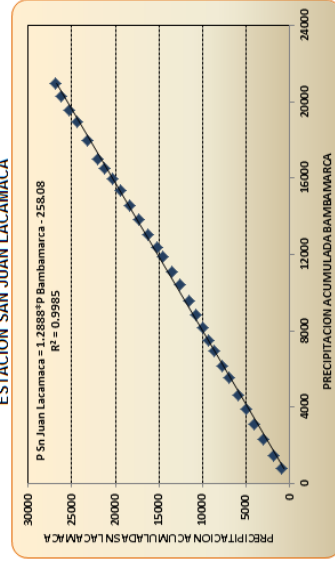


FIGURA 4.66: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>14</sub>  
ESTACIÓN LEIMEBAMBA

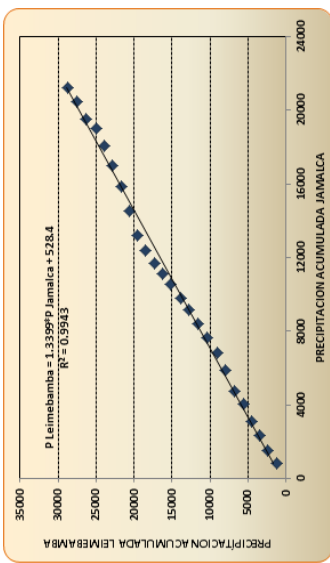


FIGURA 4.69: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>15</sub>  
ESTACIÓN TALNEO

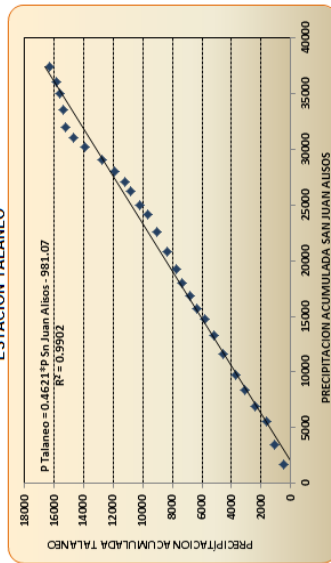


FIGURA 4.72: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>19</sub>  
ESTACIÓN CHOTANO LAJAS

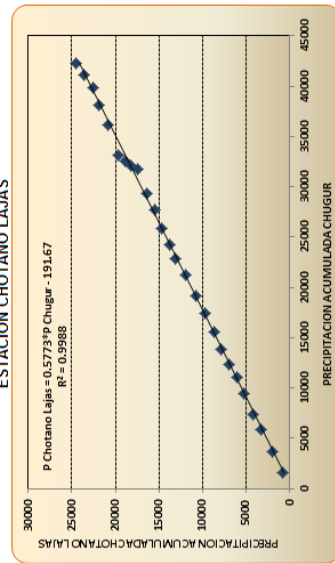


FIGURA 4.77: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>21</sub>  
ESTACIÓN LA ENCAÑADA

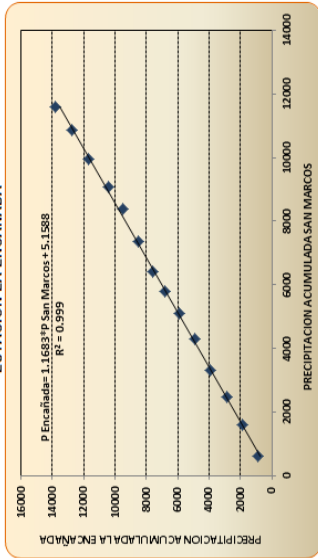


FIGURA 4.76: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>21</sub>  
ESTACIÓN SONDOR MATARA

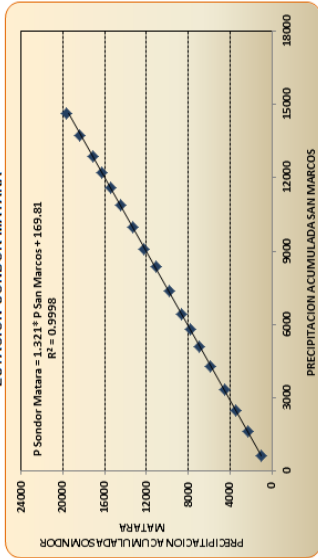


FIGURA 4.75: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>21</sub>  
ESTACIÓN CELENDÍN

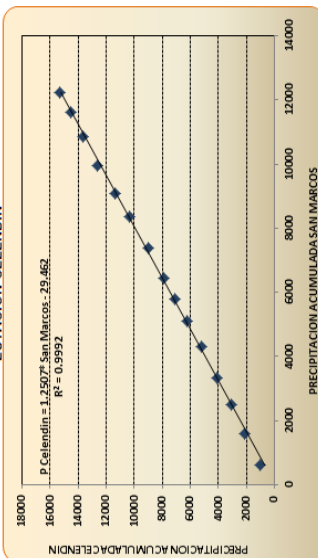


FIGURA 4.80: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>23</sub>  
ESTACIÓN LLANGANUCO

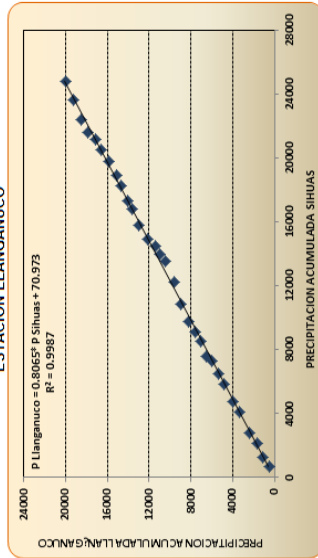


FIGURA 4.79: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>22</sub>  
ESTACIÓN CAJAS

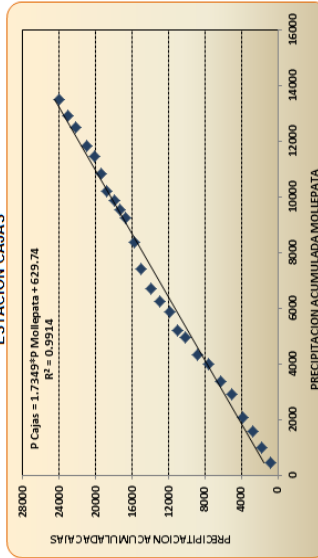


FIGURA 4.78: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>22</sub>  
ESTACIÓN TAYABAMBA

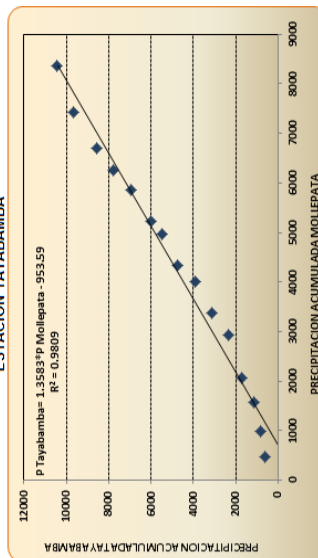


FIGURA 4.83: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>25</sub>  
ESTACIÓN LAGUNA COCHAQUILLO

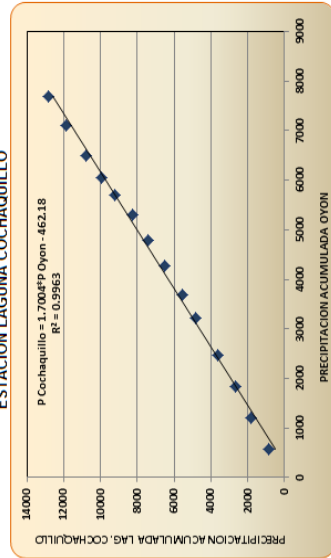


FIGURA 4.82: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>24</sub>  
ESTACIÓN CAHUISH

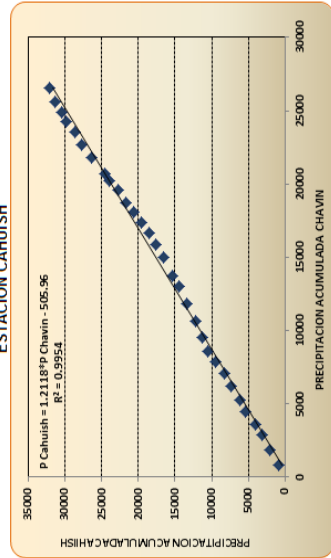


FIGURA 4.81: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>23</sub>  
ESTACIÓN PARÓN

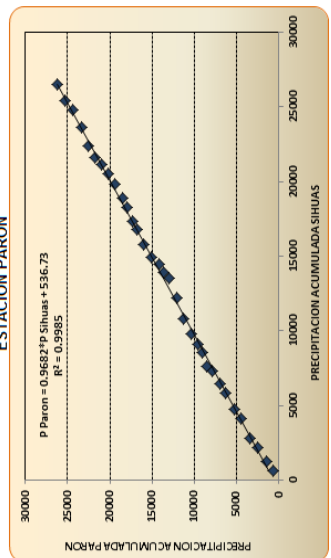


FIGURA 4.86: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>28</sub>  
ESTACIÓN UCHIZA

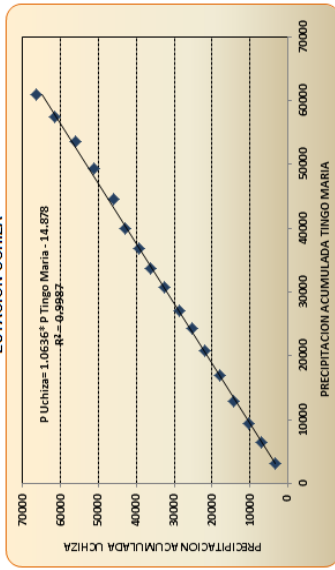


FIGURA 4.89: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>27</sub>  
ESTACIÓN JACAS CHICO

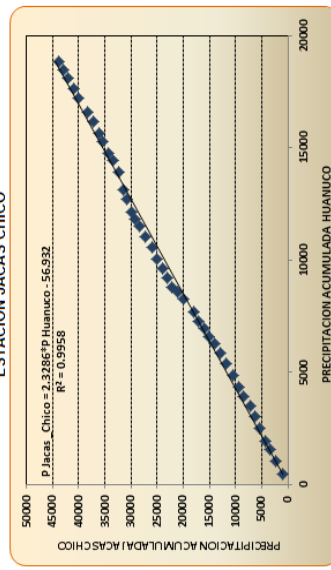


FIGURA 4.92: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>28</sub>  
ESTACIÓN HUARAICA

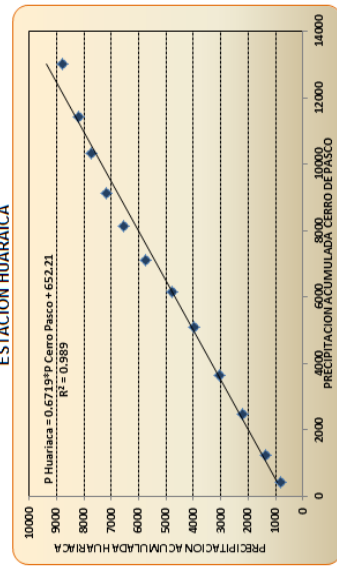


FIGURA 4.85: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>28</sub>  
ESTACIÓN EL MAROMAL

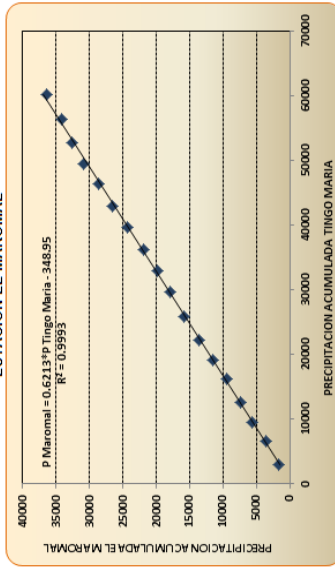


FIGURA 4.88: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>27</sub>  
ESTACIÓN CANCHAN

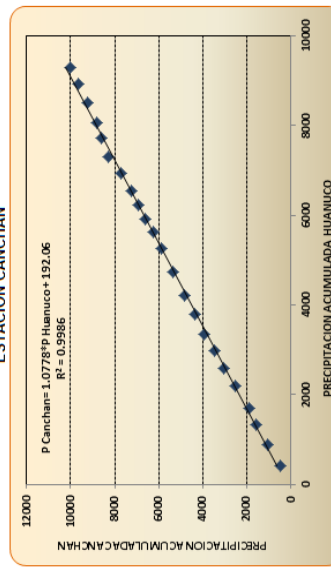


FIGURA 4.91: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>28</sub>  
ESTACIÓN ATACOCHA

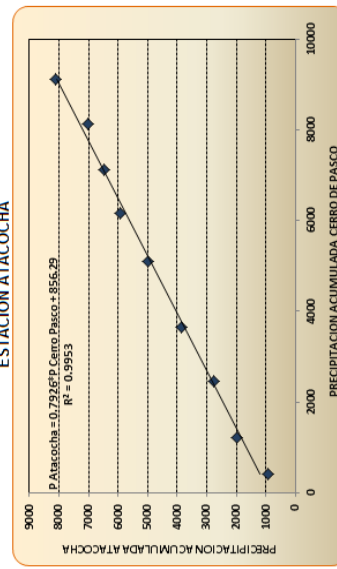


FIGURA 4.84: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>28</sub>  
ESTACIÓN LA DIVISORIA

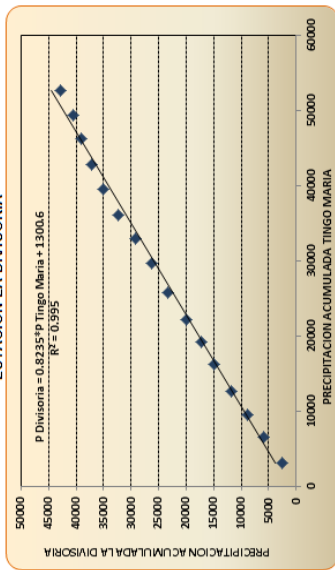


FIGURA 4.87: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>27</sub>  
ESTACIÓN AMBO IDMA

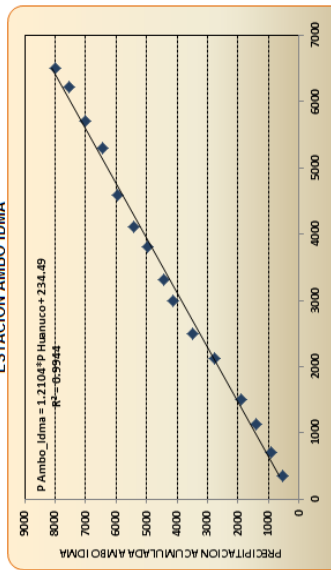


FIGURA 4.90: CORRELACIÓN PARA COMPLETADO Y EXTENSIÓN G<sub>28</sub>  
ESTACIÓN SAN RAFAEL

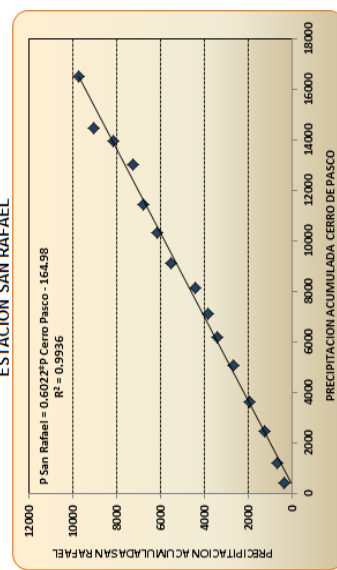




FIGURA 4.93 : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA MÍNIMA

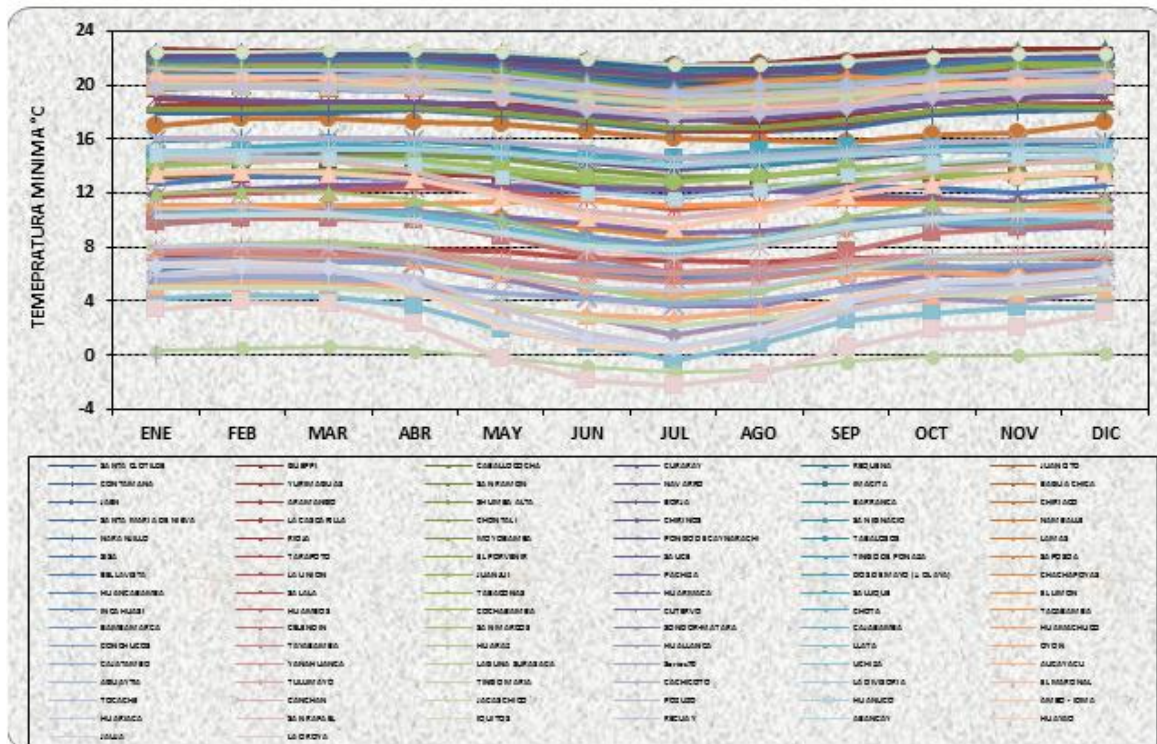


FIGURA 4.94 : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA

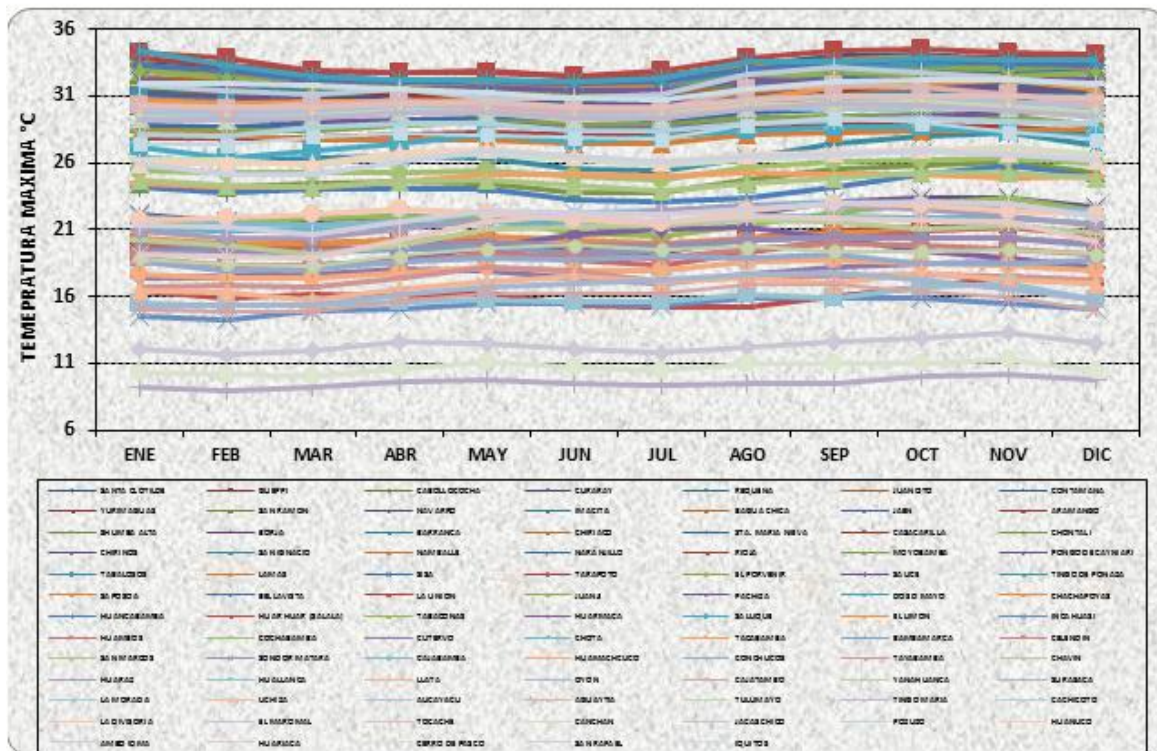


FIGURA 4.95 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA - GRUPO 1

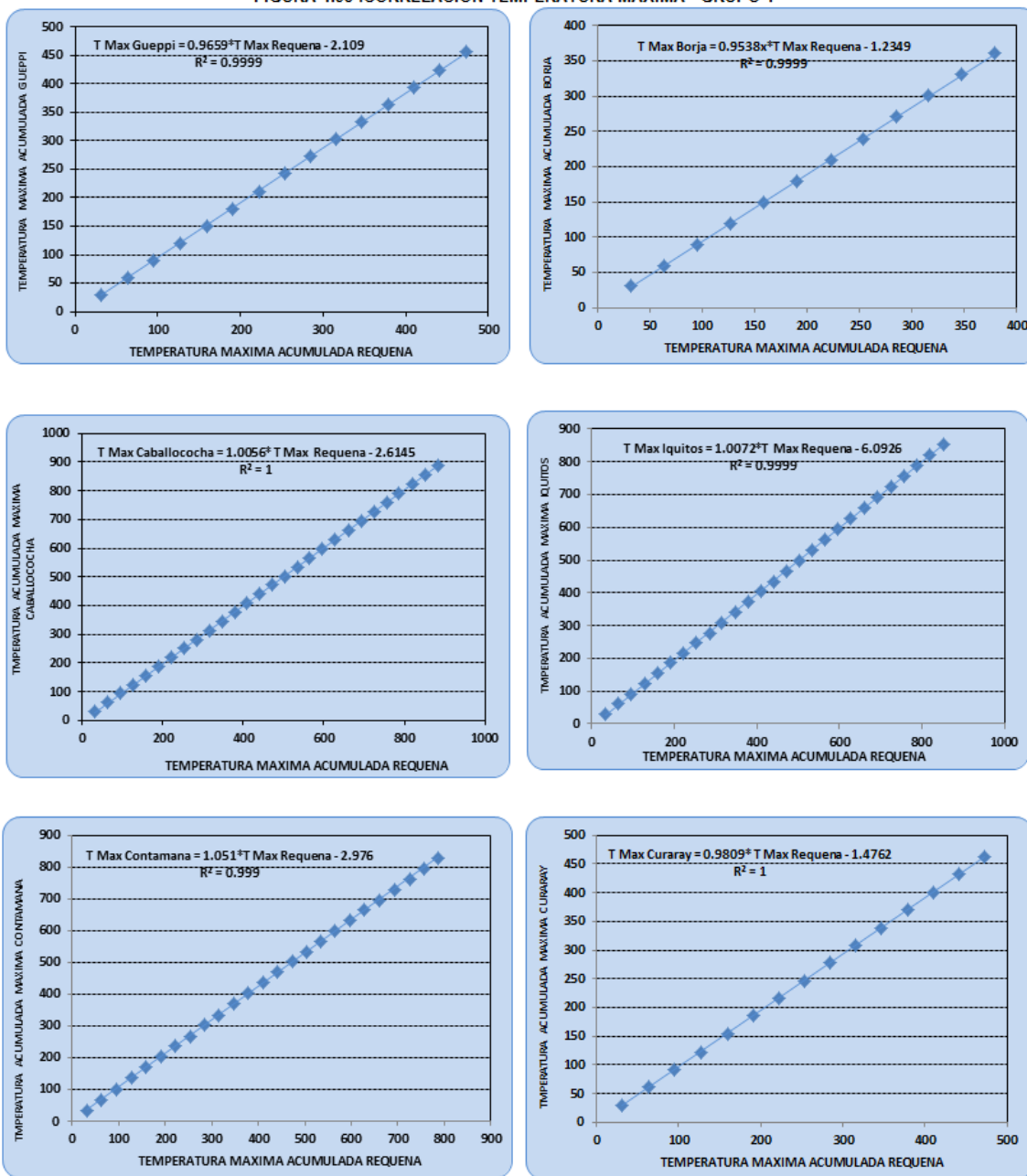


FIGURA 4.96 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA - GRUPO 2

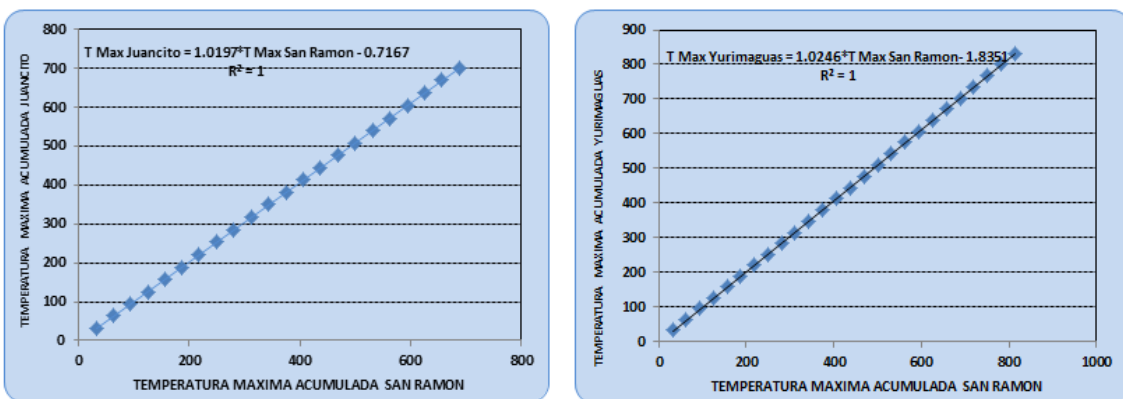


FIGURA 4.97 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA - GRUPO3

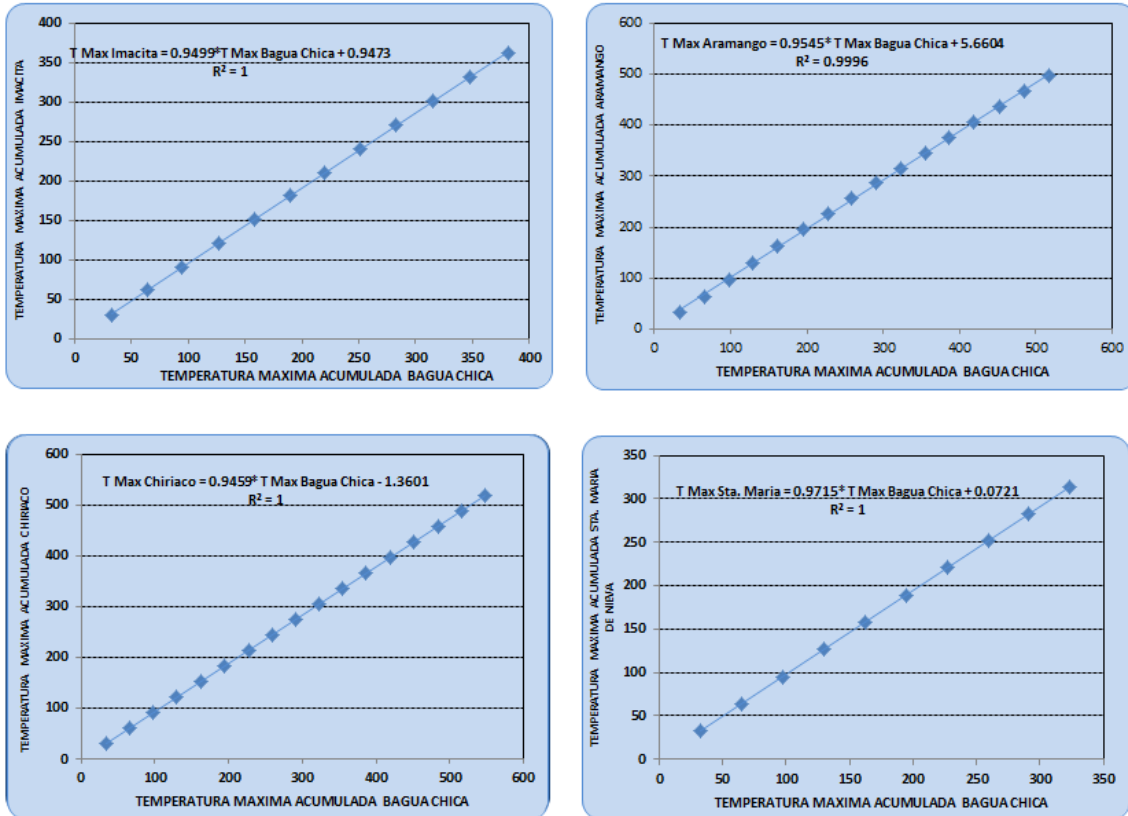


FIGURA 4.98: CORRELACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA - GRUPO 4

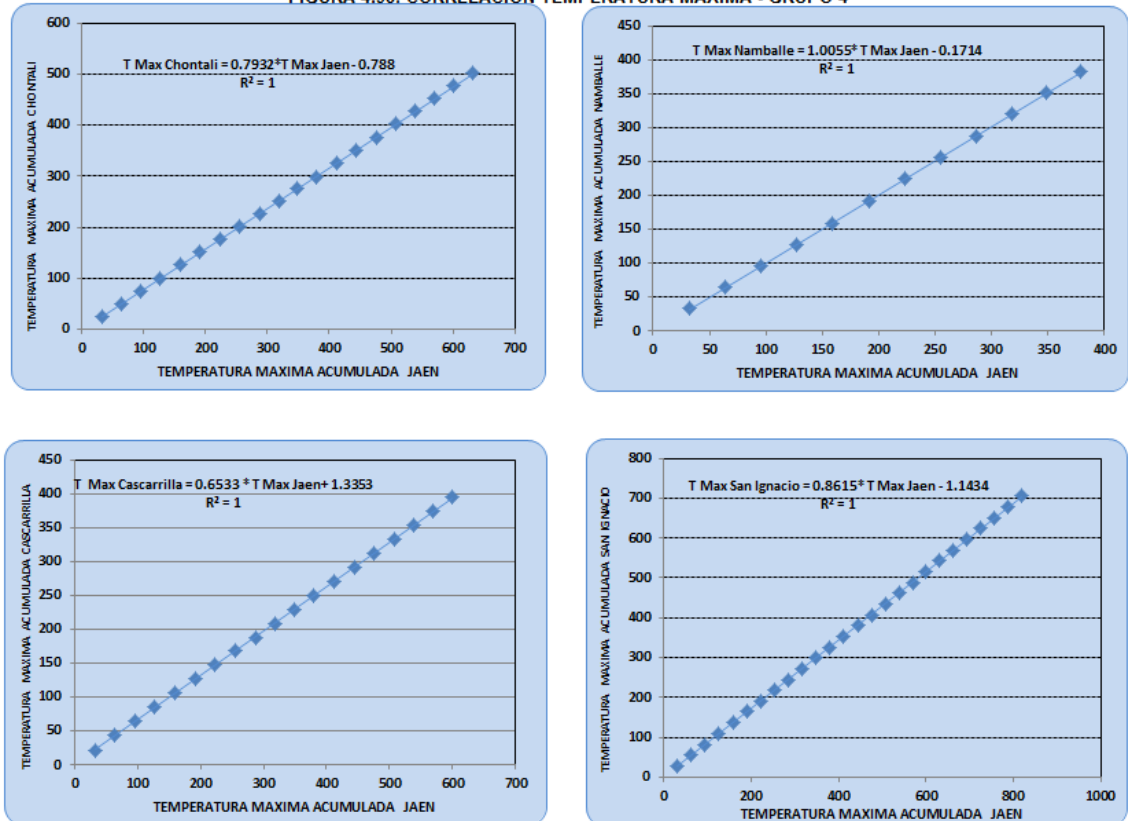




FIGURA 4.99 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA - GRUPO 5

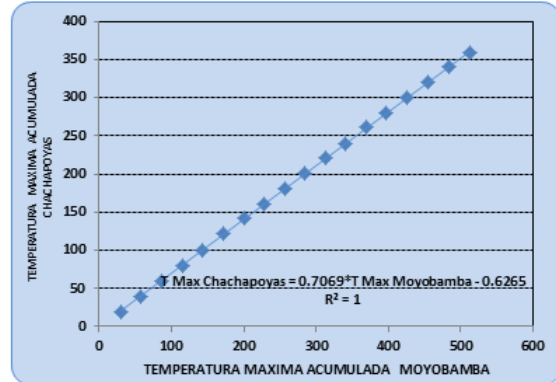
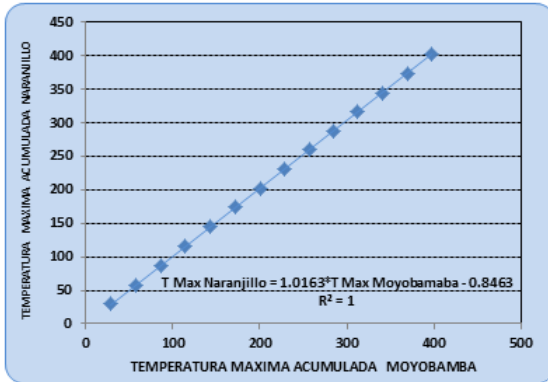


FIGURA 4.100 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA - GRUPO 6

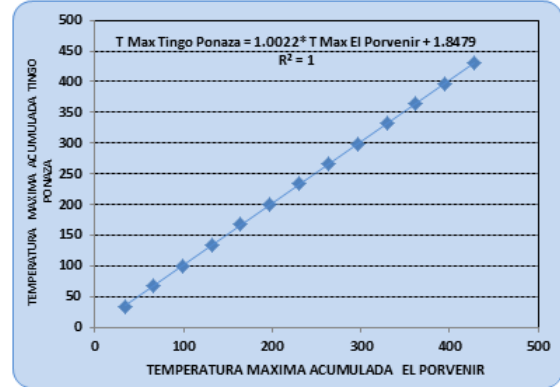
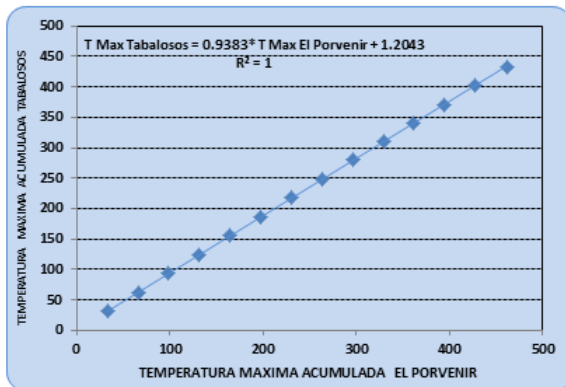
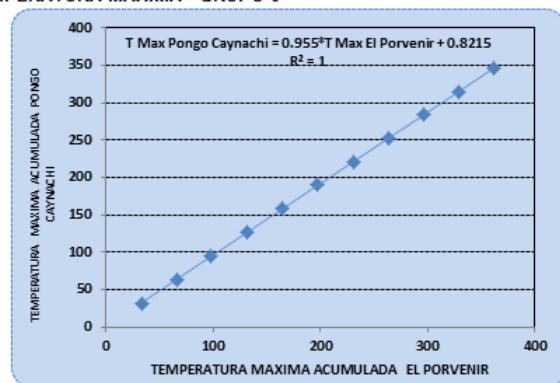
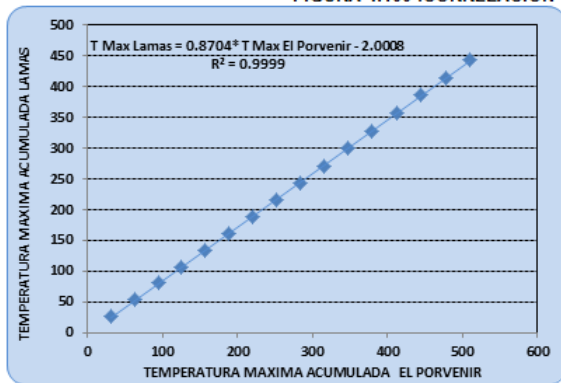
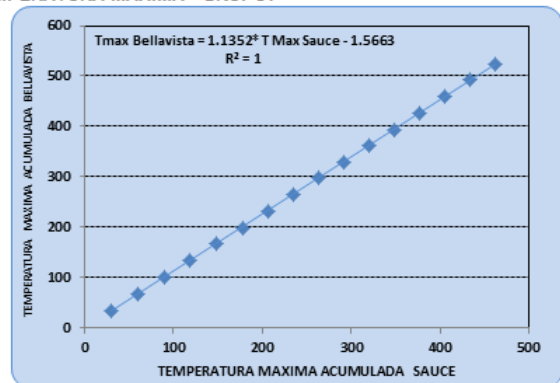
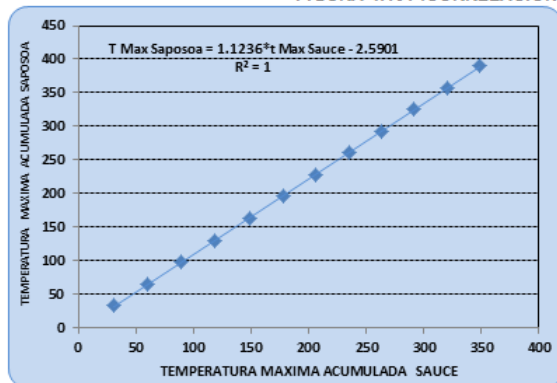


FIGURA 4.101 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA - GRUPO7





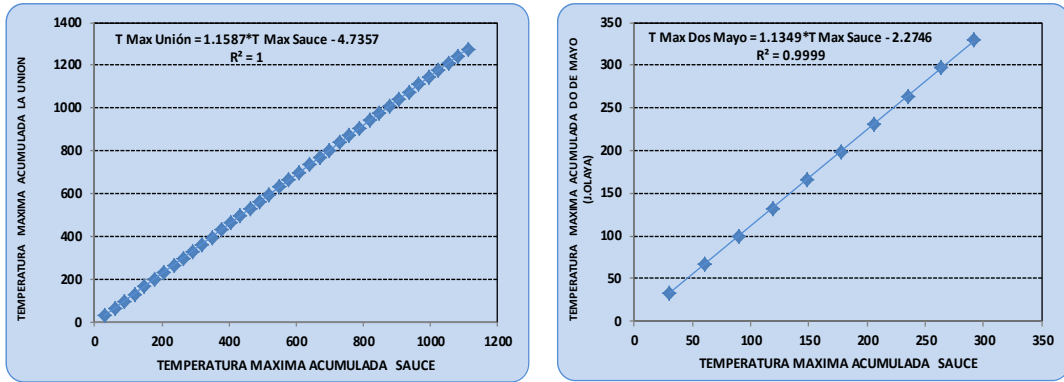


FIGURA 4.102 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA - GRUPOS 8 y 9

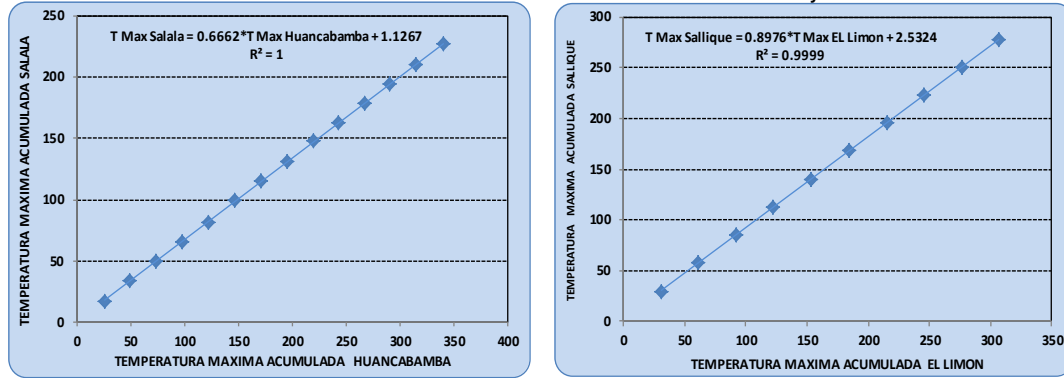


FIGURA 4.103 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA - GRUPO 10

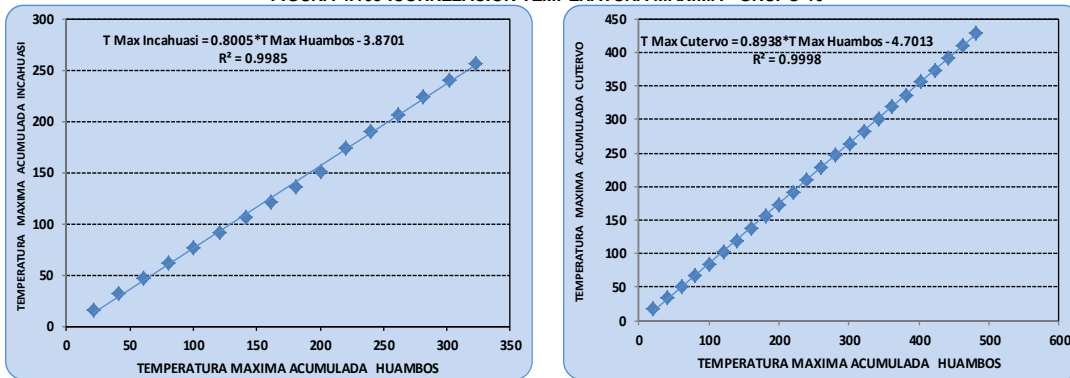


FIGURA 4.104 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA - GRUPO 11

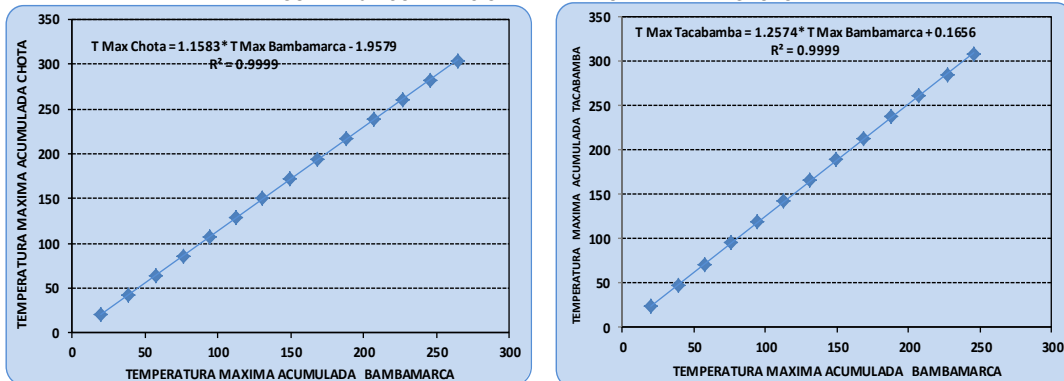


FIGURA 4.105 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA - GRUPO 12

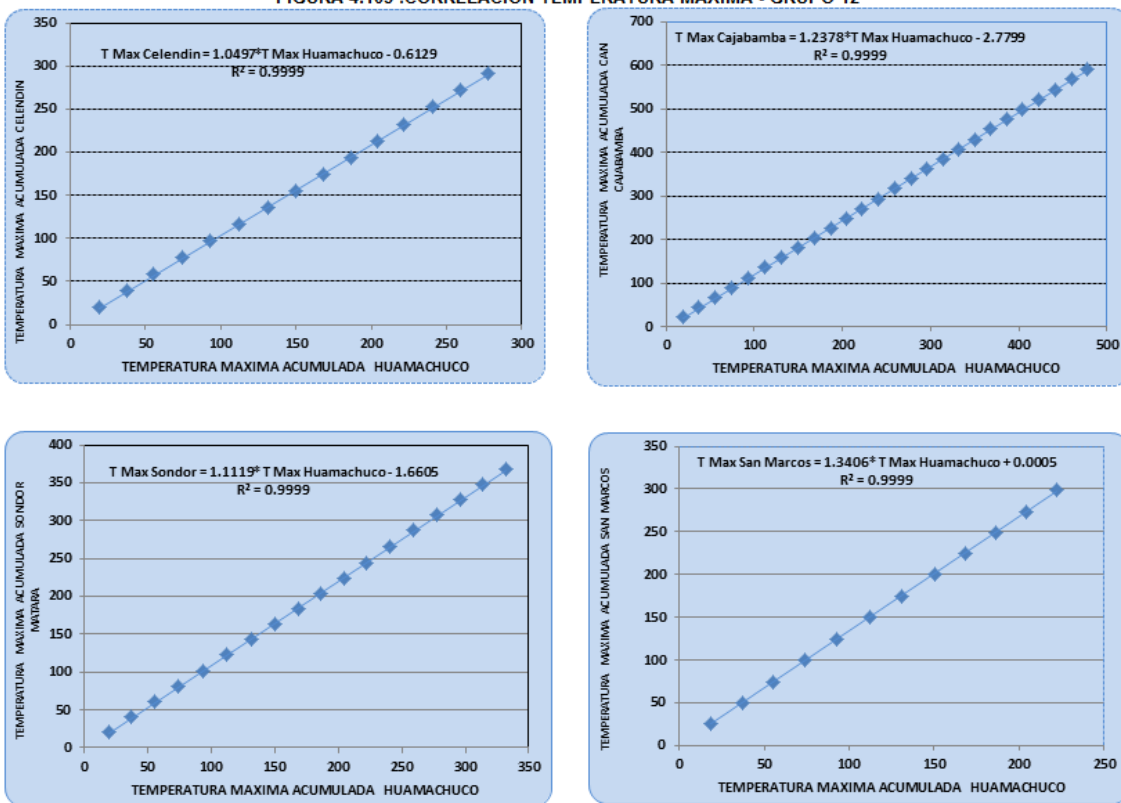


FIGURA 4.106 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA - GRUPO 13

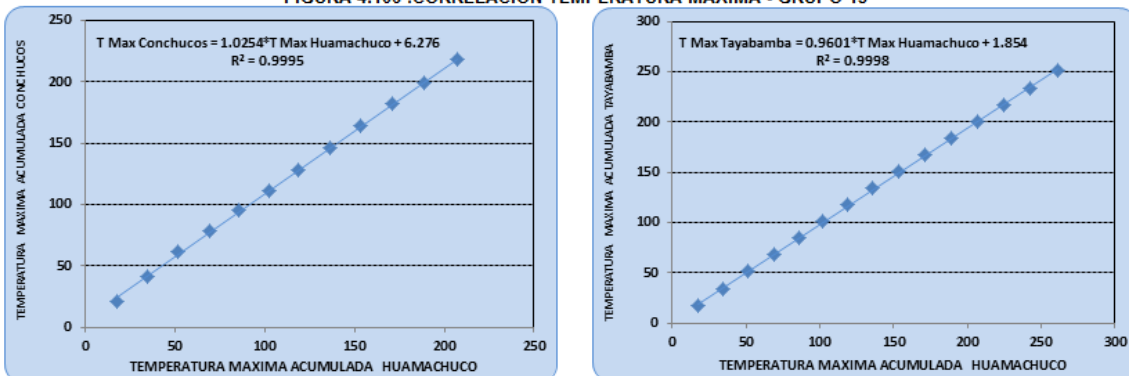
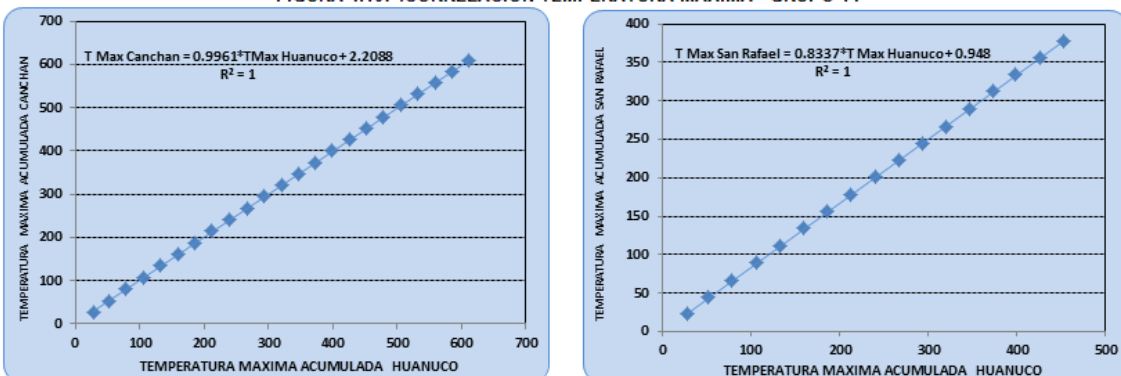


FIGURA 4.107 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA - GRUPO 14



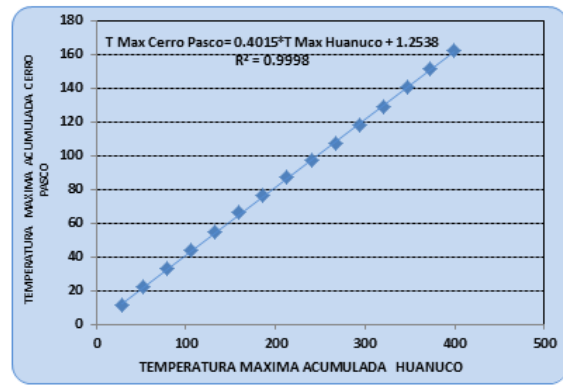
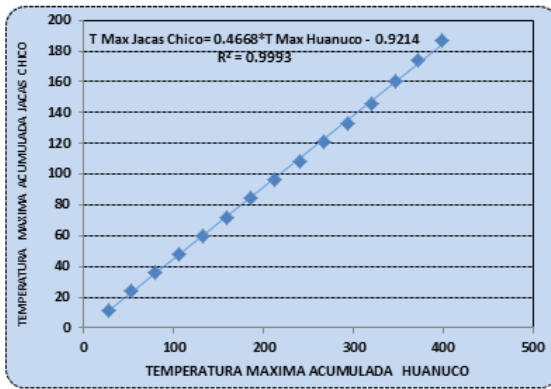


FIGURA 4.108 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA - GRUPO 15

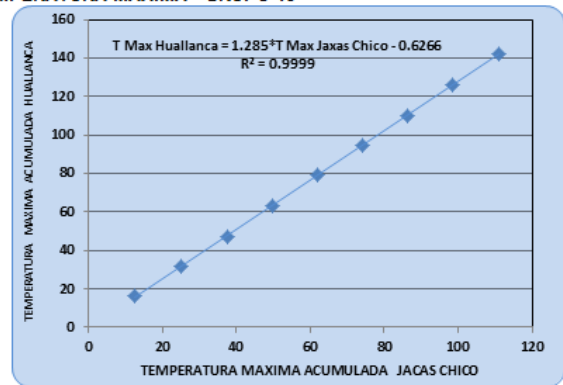
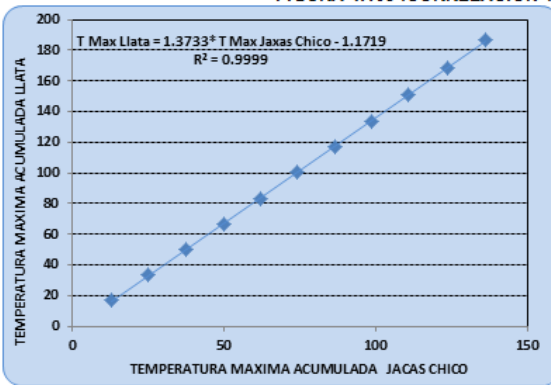


FIGURA 4.109 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA - GRUPO 16

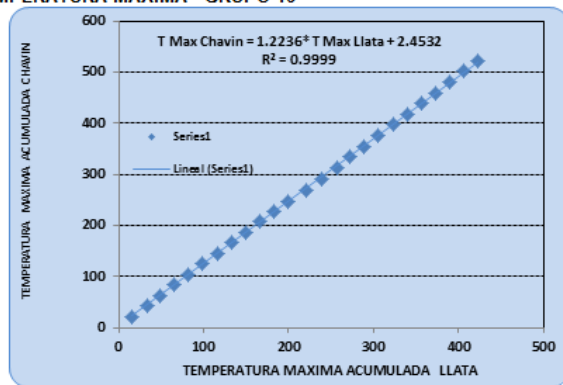
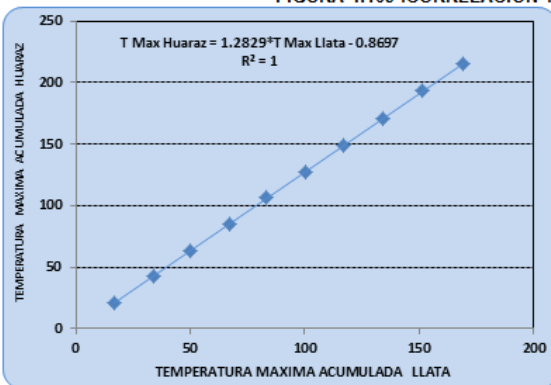


FIGURA 4.110 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA - GRUPO 17

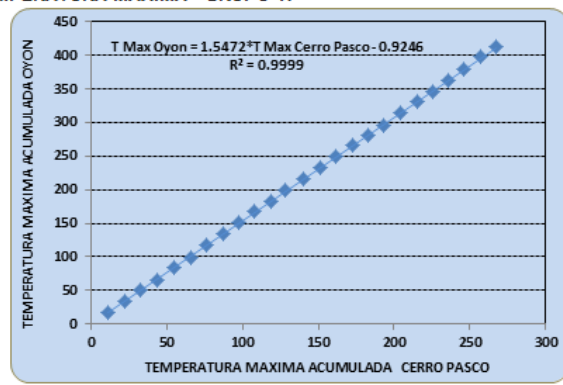
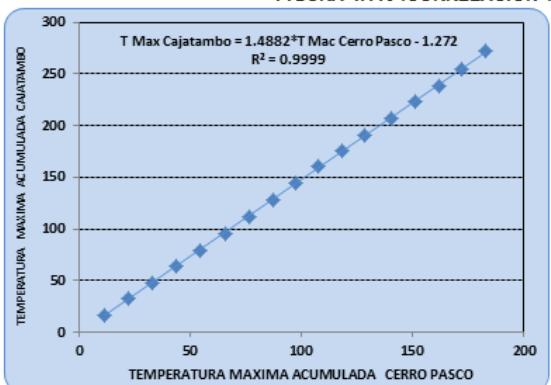


FIGURA 4.111 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA - GRUPO 18

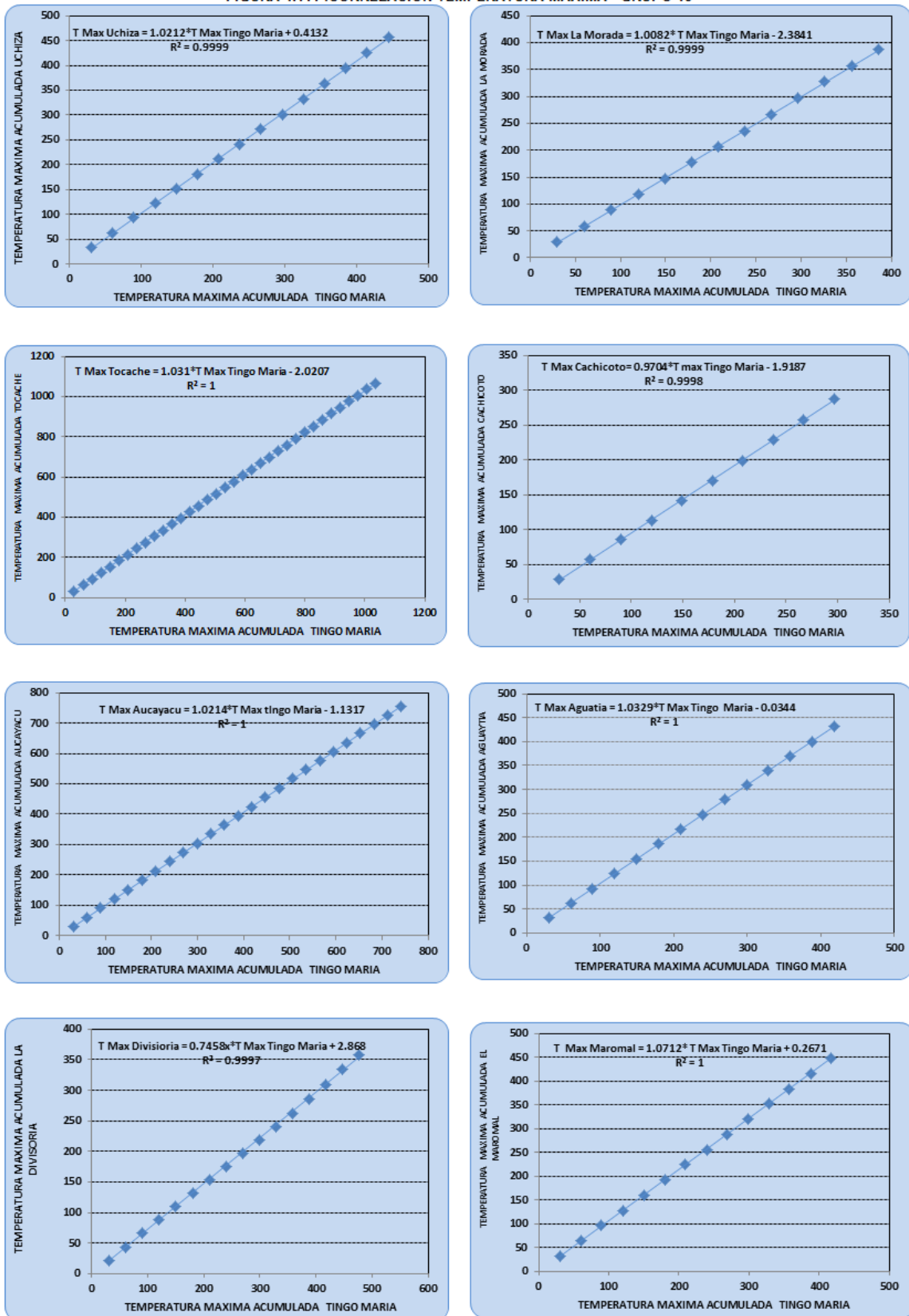


FIGURA 4.112 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÍNIMA - GRUPO 1

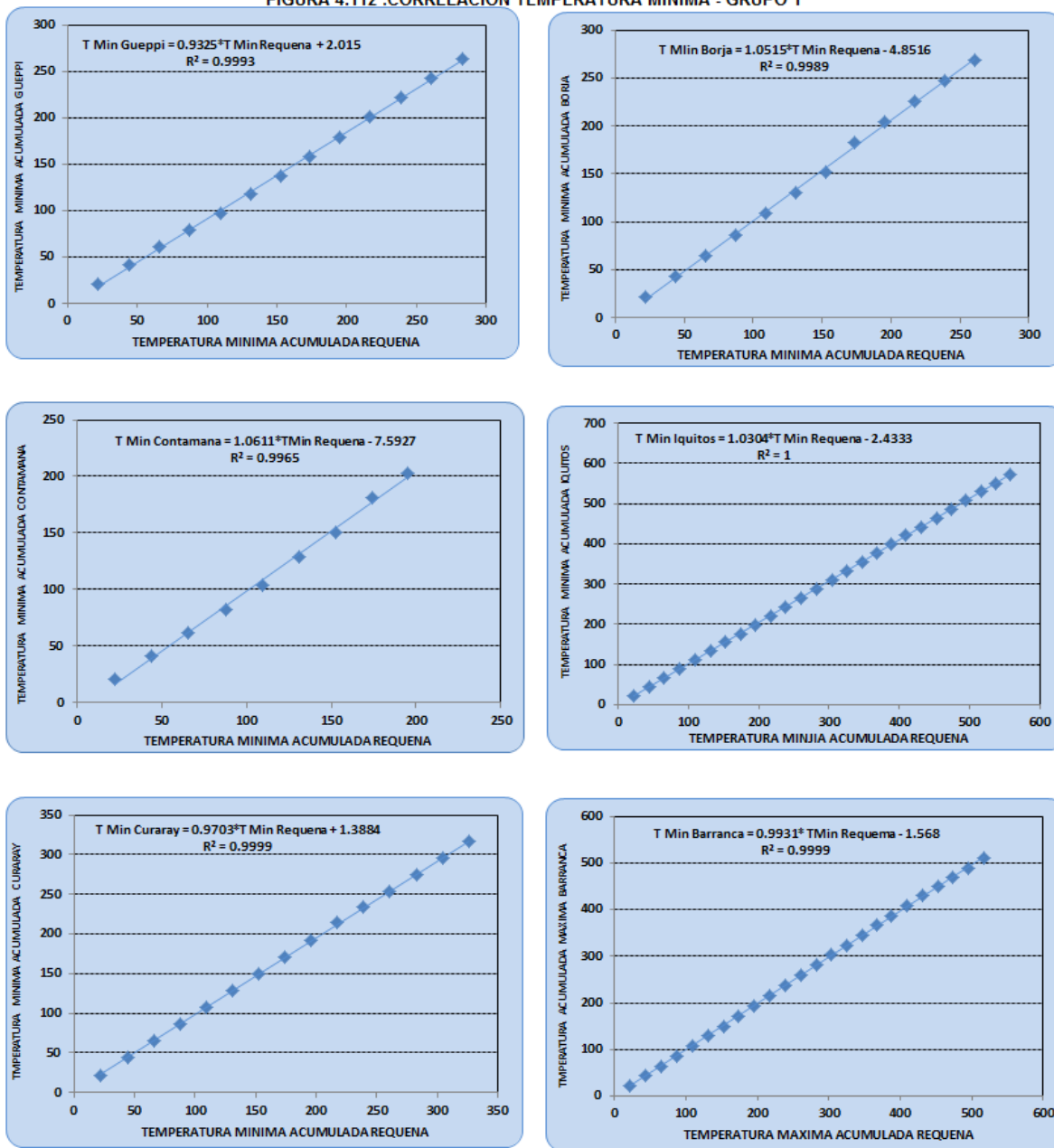


FIGURA 4.113 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA - GRUPO 2

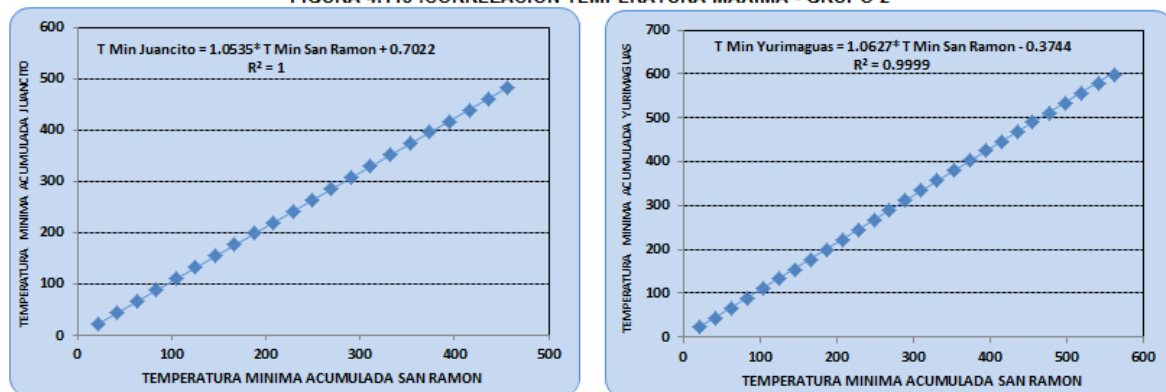


FIGURA 4.114 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÍNIMA - GRUPO3

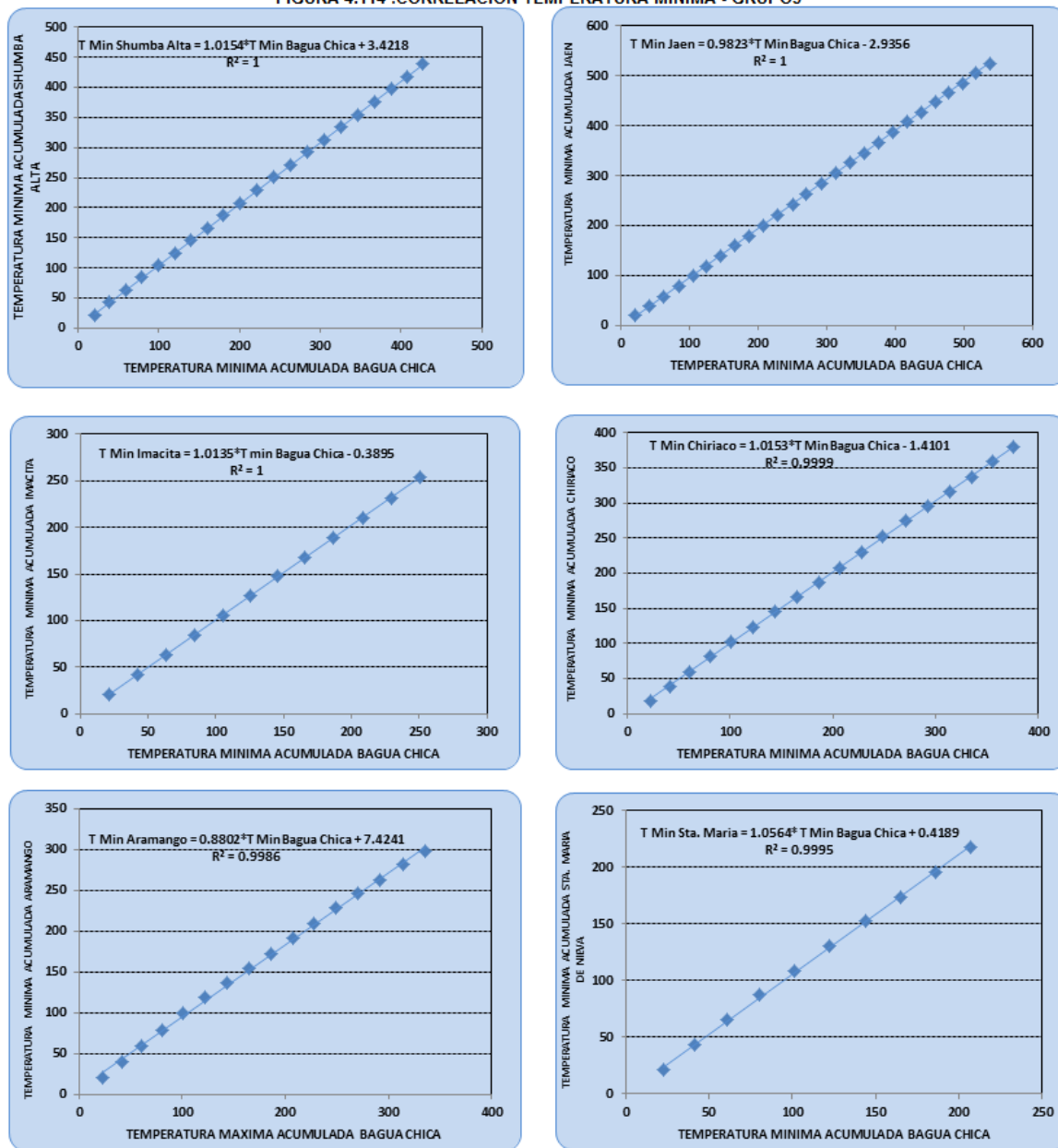
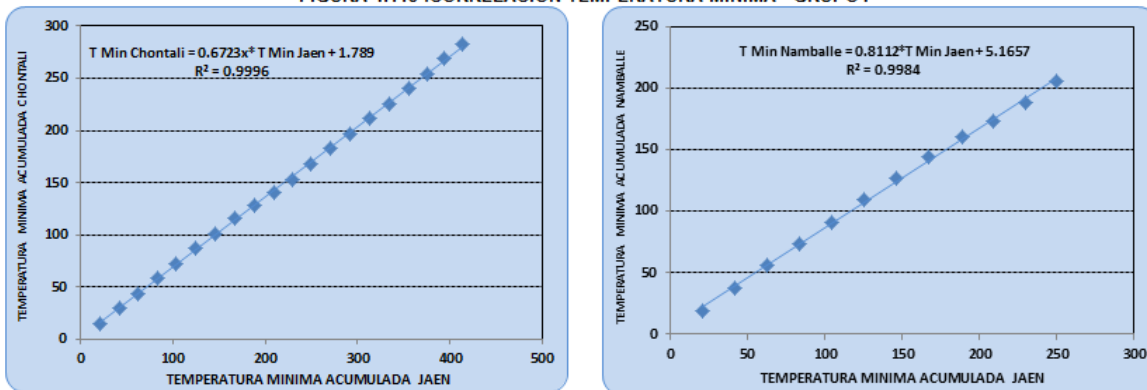


FIGURA 4.115 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÍNIMA - GRUPO4





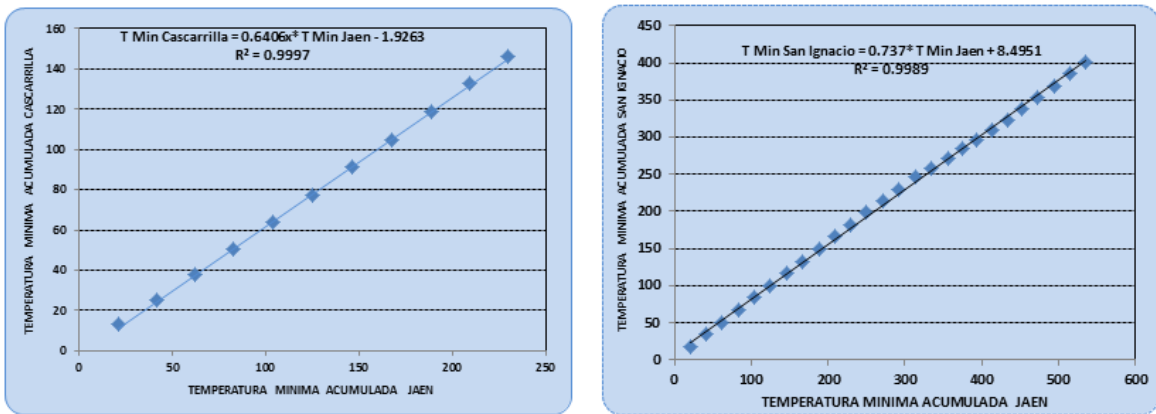


FIGURA 4.116 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÍNIMA - GRUPO 5

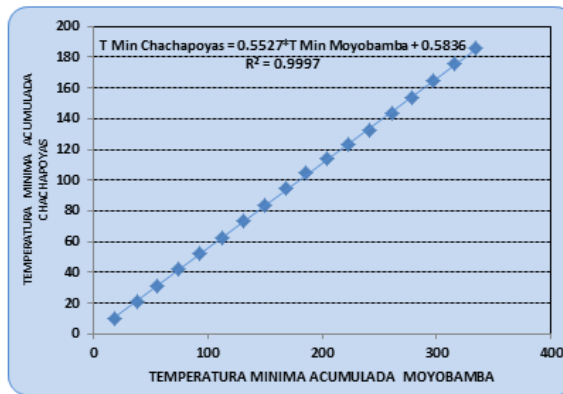
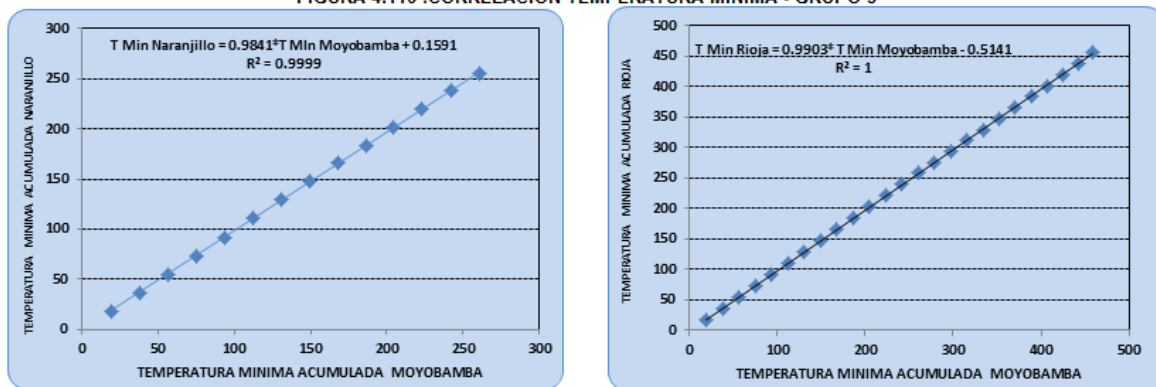
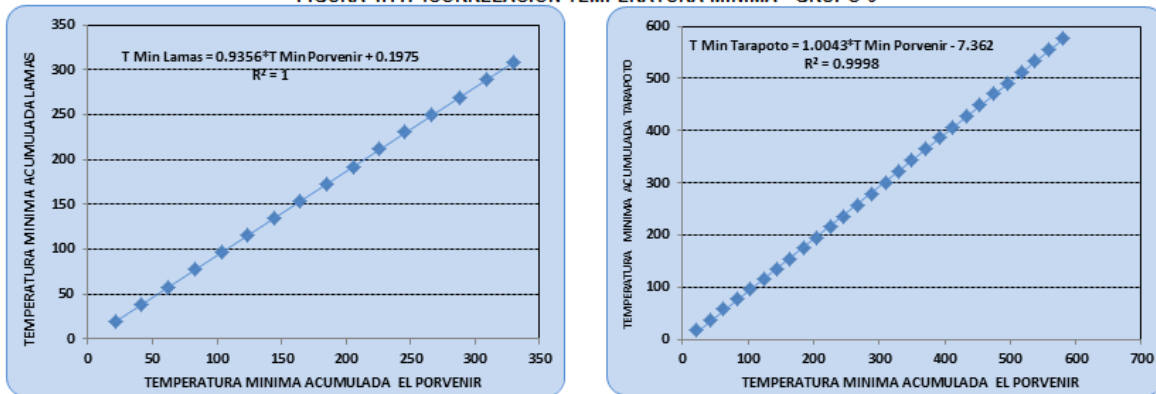


FIGURA 4.117 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÍNIMA - GRUPO 6



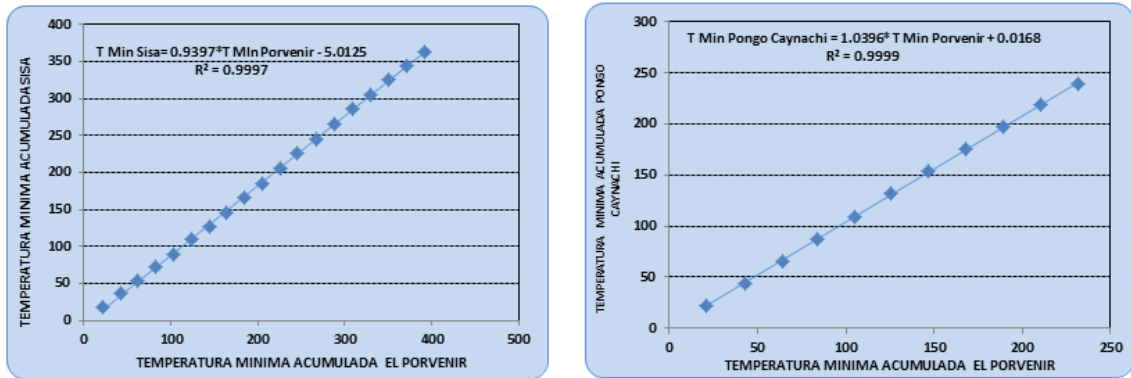


FIGURA 4.118 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÍNIMA - GRUPO7

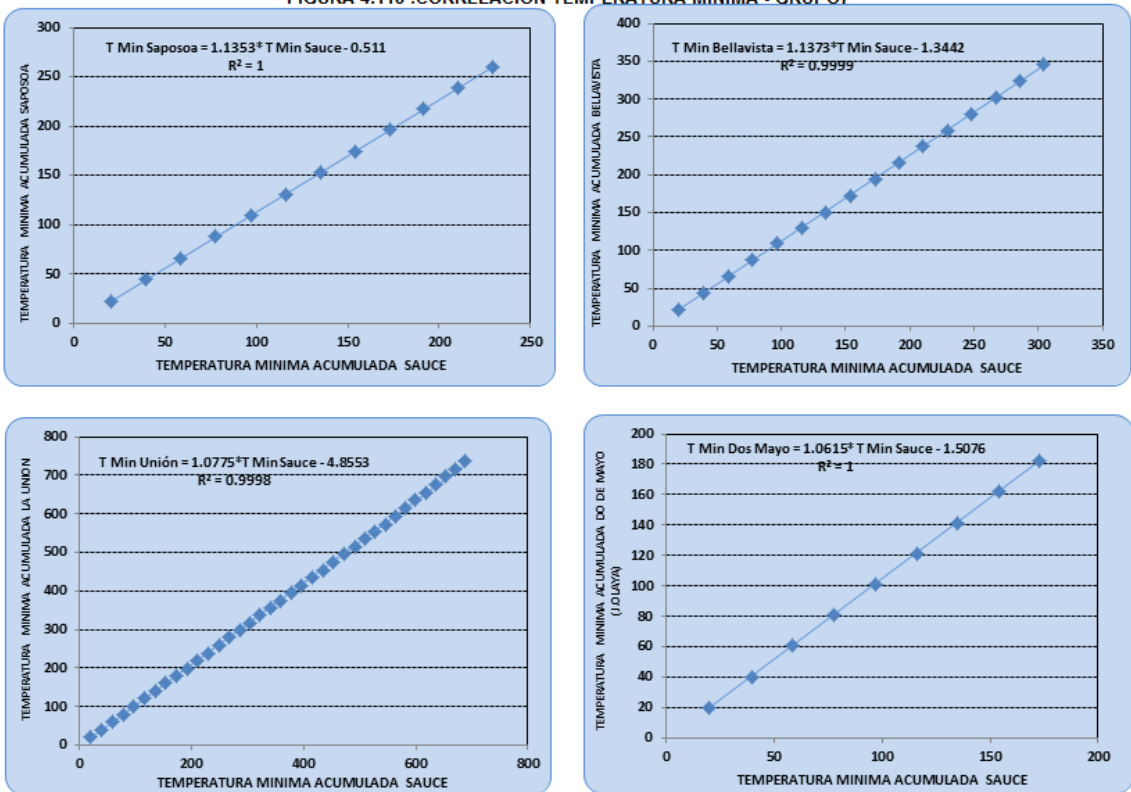


FIGURA 4.119 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÍNIMA - GRUPO 8 y 9

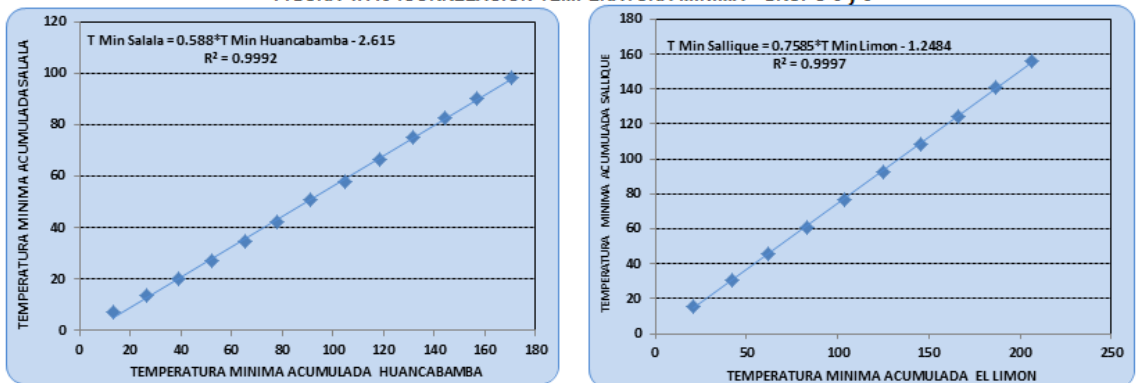


FIGURA 4.120 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÍNIMA - GRUPO 10

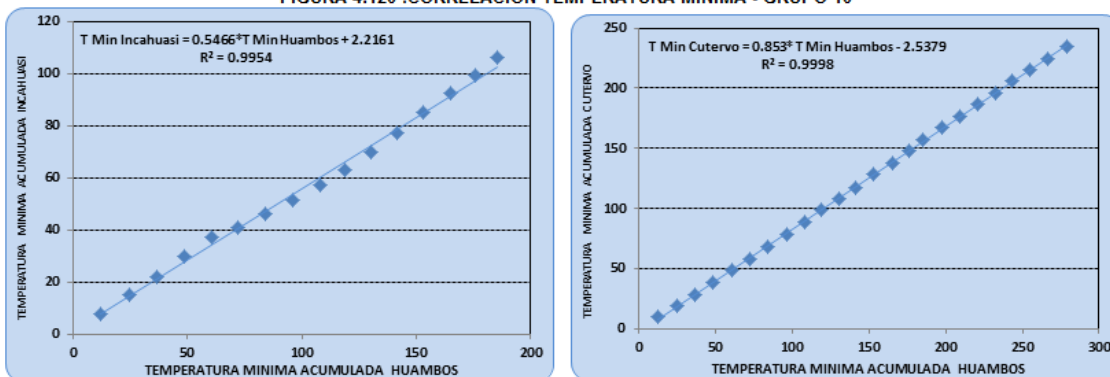


FIGURA 4.121 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÍNIMA - GRUPO 11

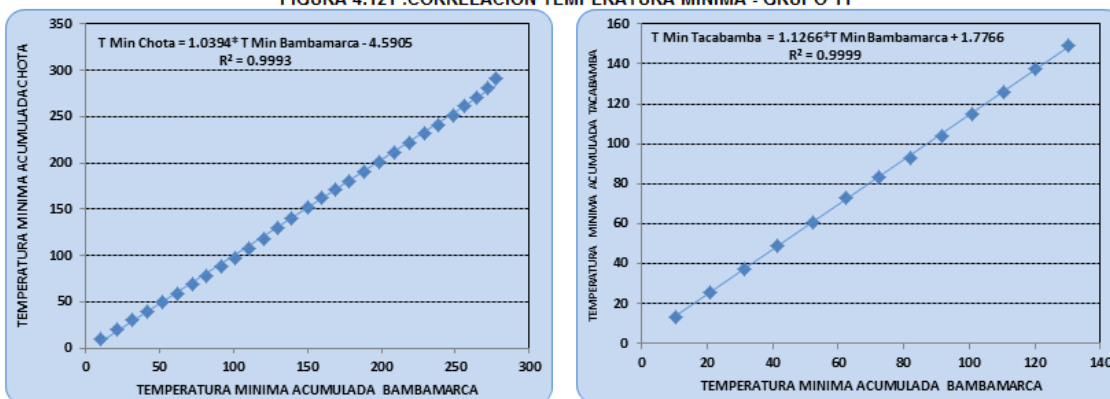


FIGURA 4.122 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÍNIMA - GRUPO 12

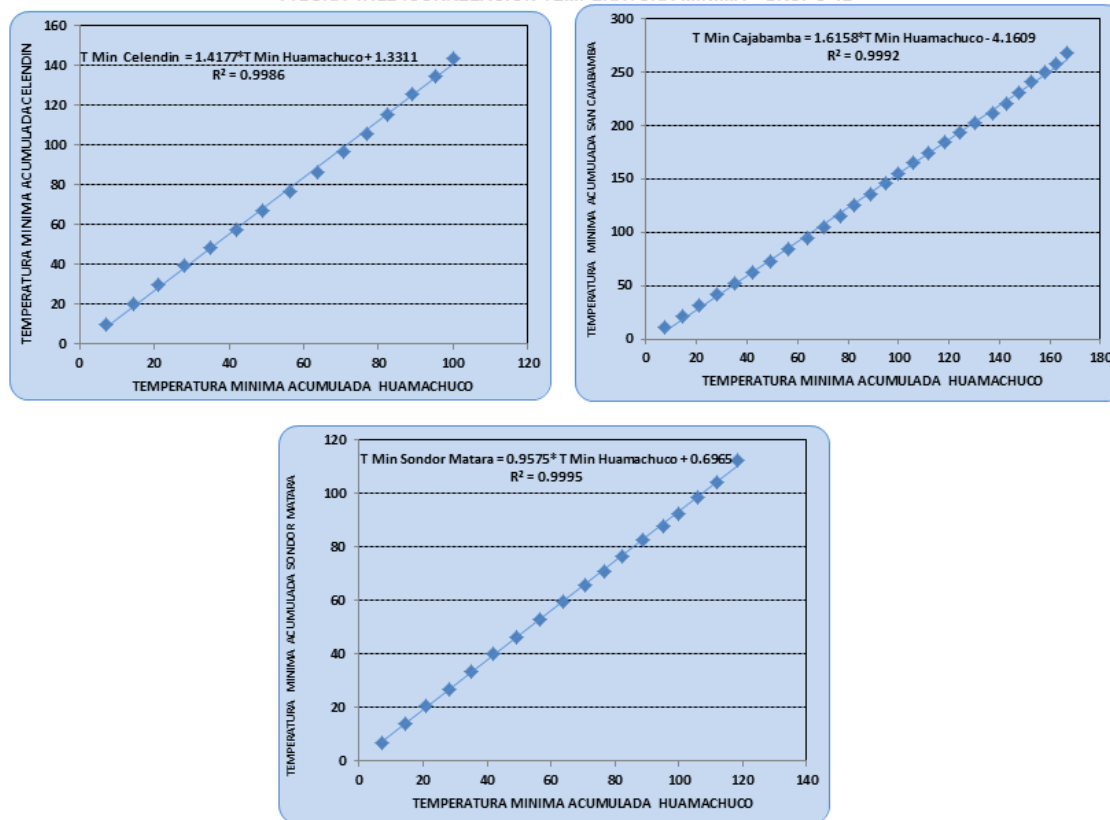


FIGURA 4.123 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÍNIMA - GRUPO 13

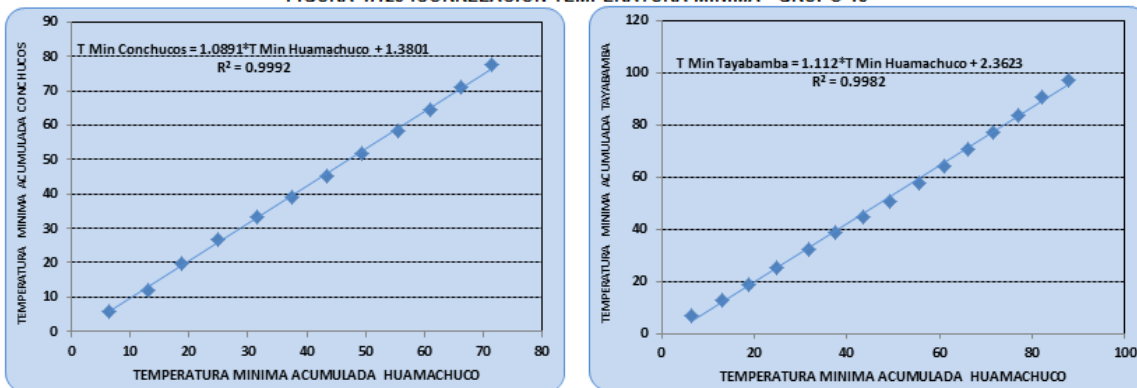


FIGURA 4.124 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÍNIMA - GRUPO 14

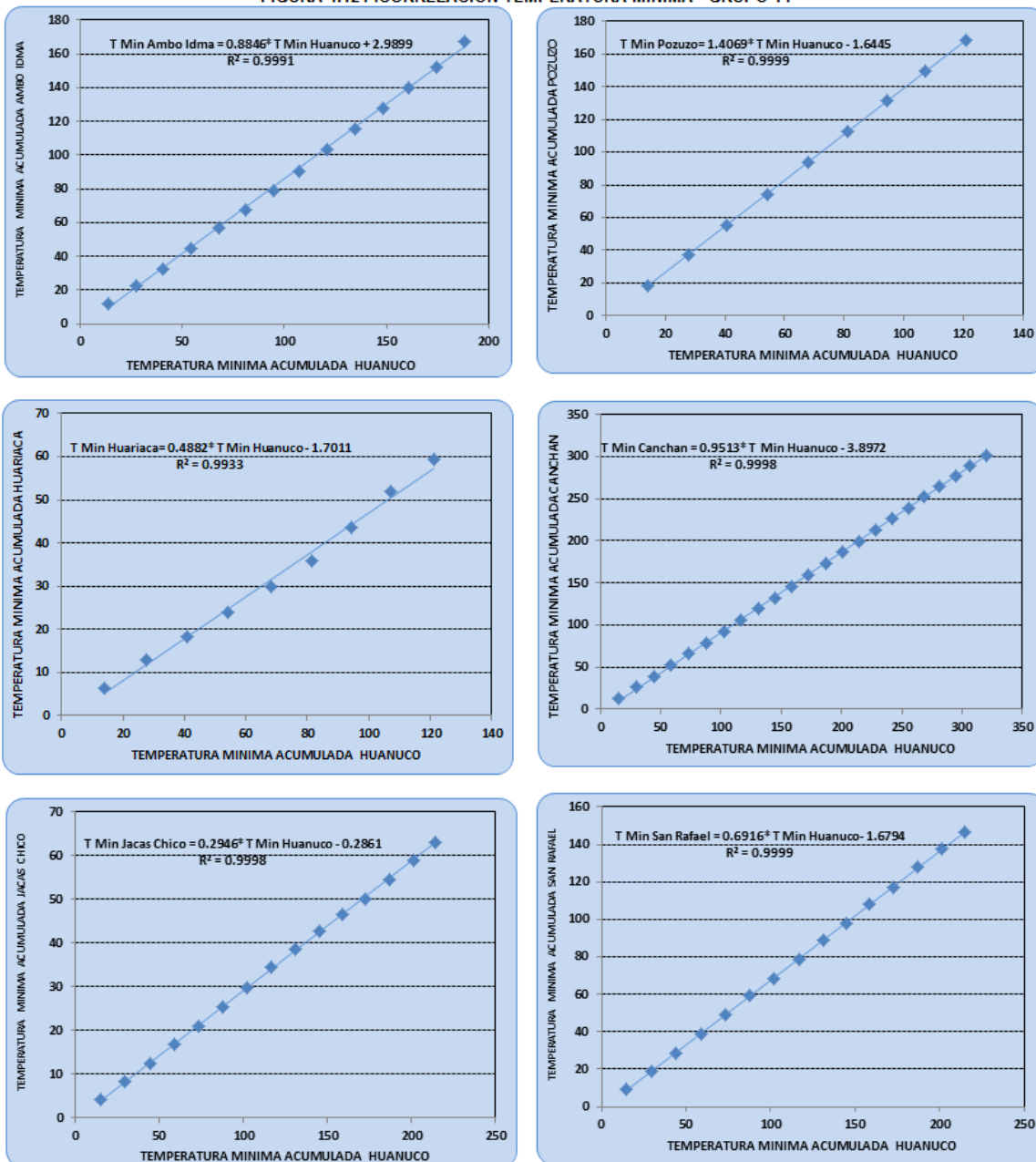


FIGURA 4.125 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÍNIMA - GRUPO 15

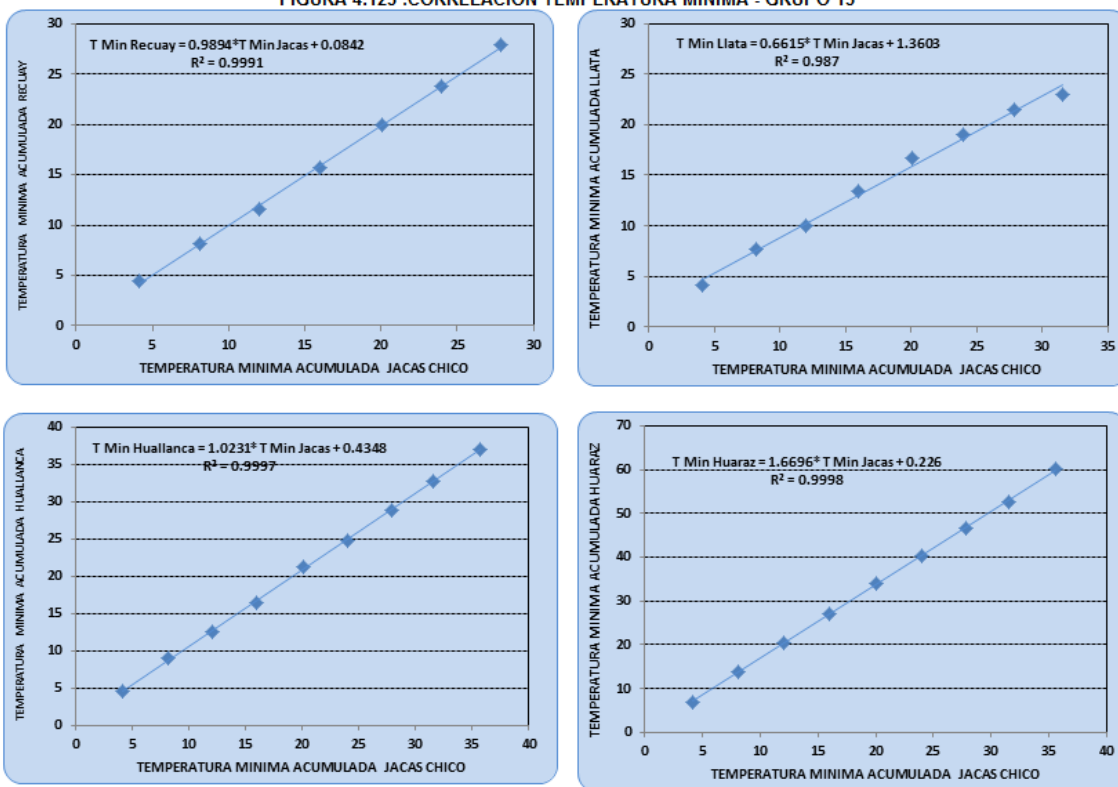


FIGURA 4.126 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÍNIMA - GRUPO 16

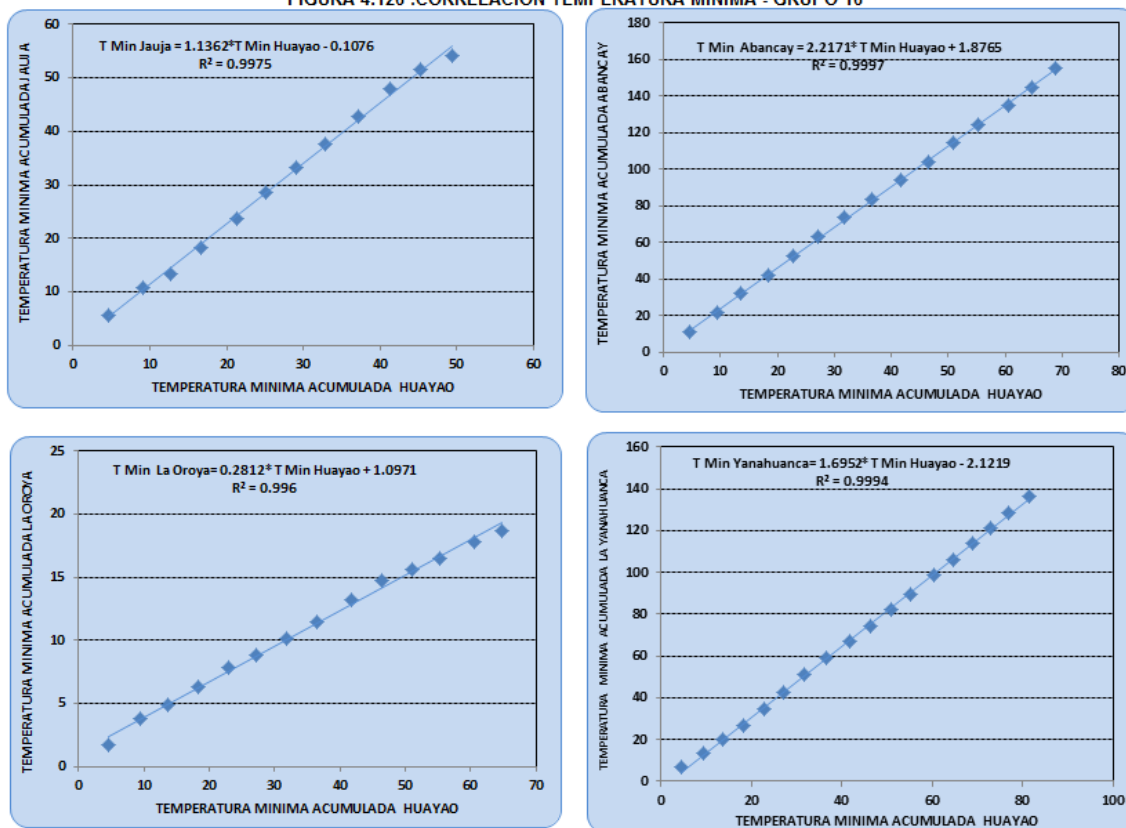


FIGURA 4.127 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÍNIMA - GRUPO 17

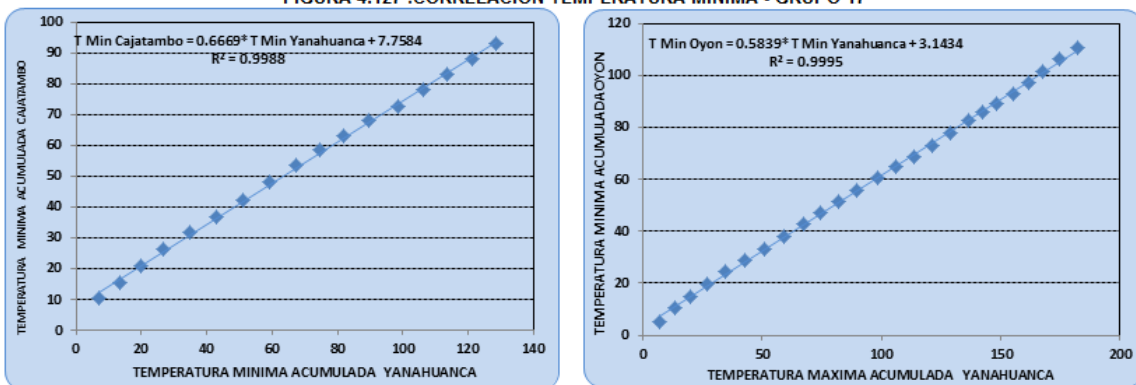


FIGURA 4.128 :CORRELACIÓN TEMPERATURA MÍNIMA - GRUPO 18

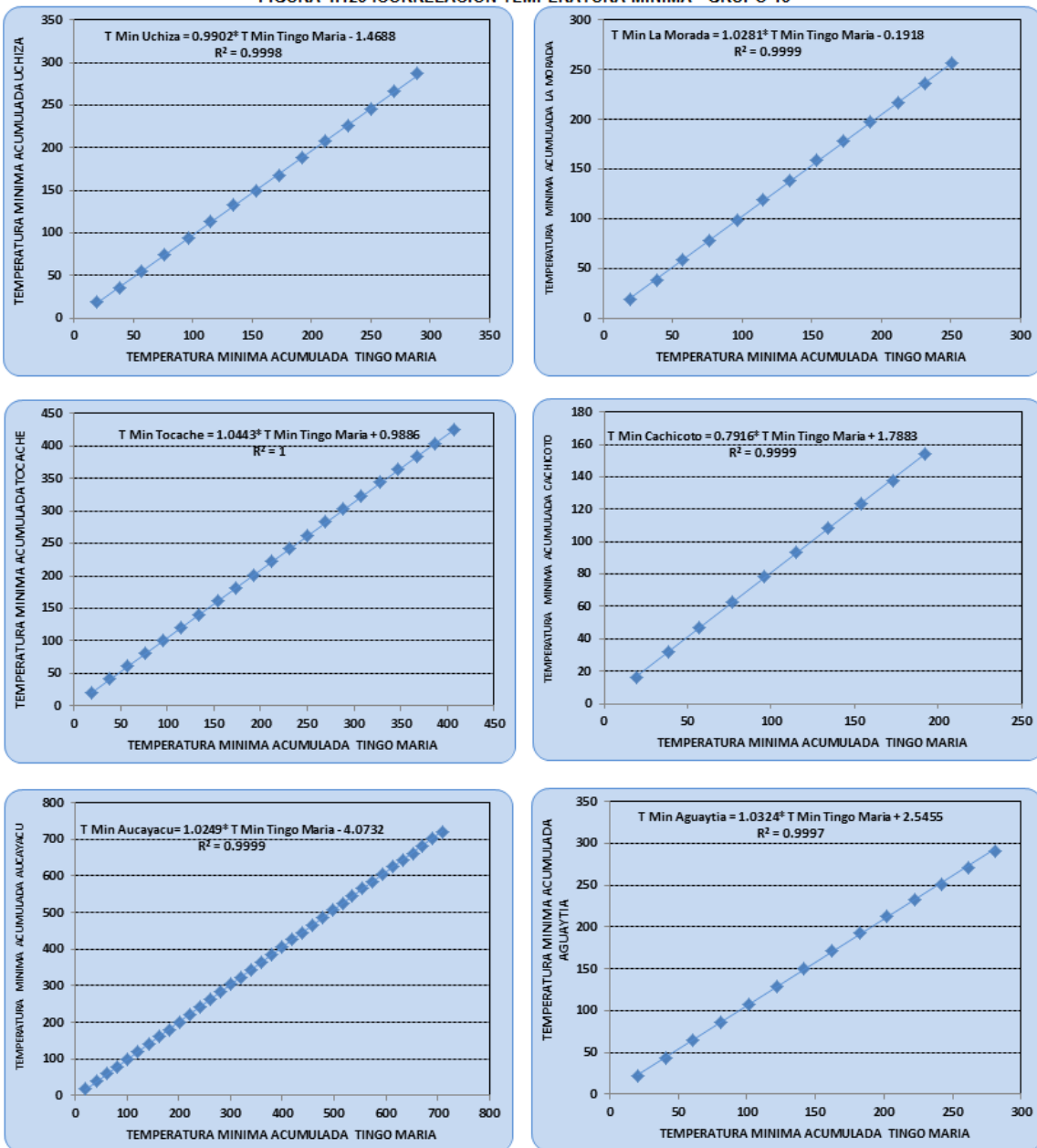




FIGURA 4.129: ANÁLISIS COMPARATIVO DE HUMEDAD RELATIVA

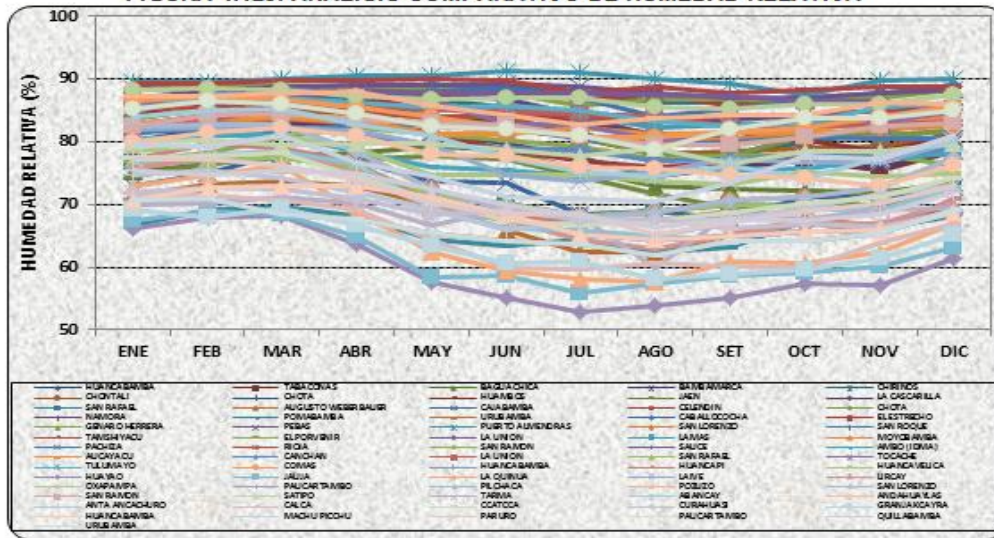


FIGURA 4.130: ANÁLISIS COMPARATIVO DE VELOCIDAD DEL VIENTO

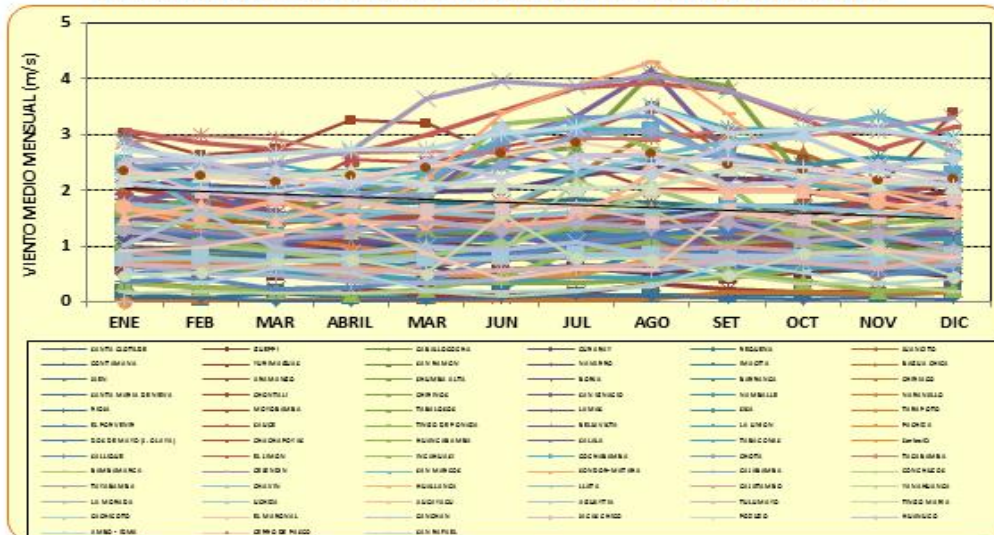


FIGURA 4.131: ANÁLISIS COMPARATIVO DE HORAS DE SOL

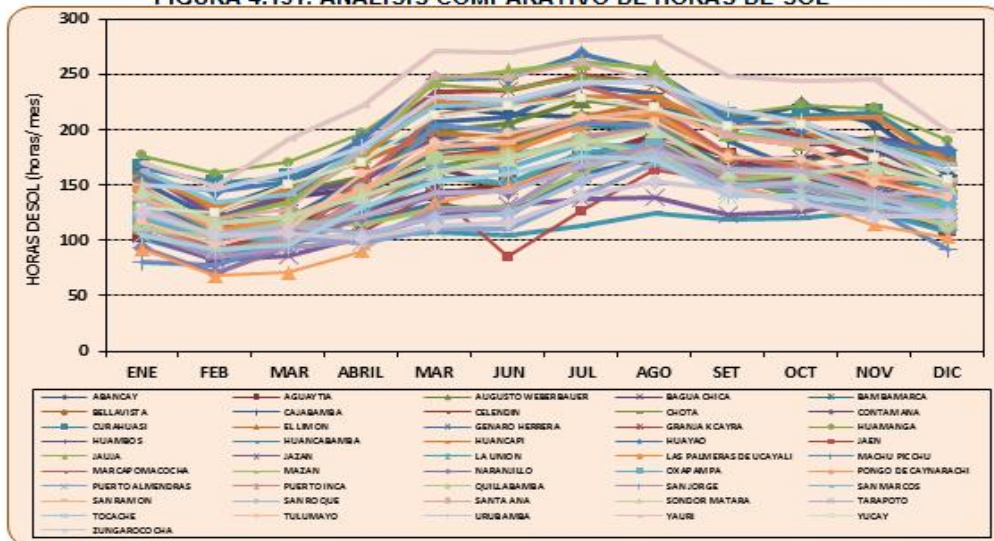


FIGURA 4.132: ANÁLISIS COMPARATIVO DE EVAPORACIÓN

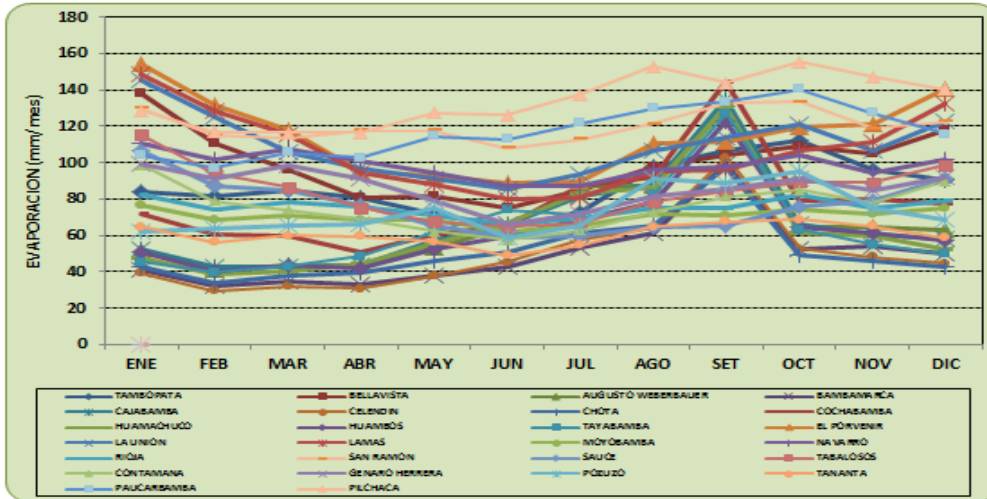


FIGURA 4.133: ANÁLISIS COMPARATIVO DE Eto

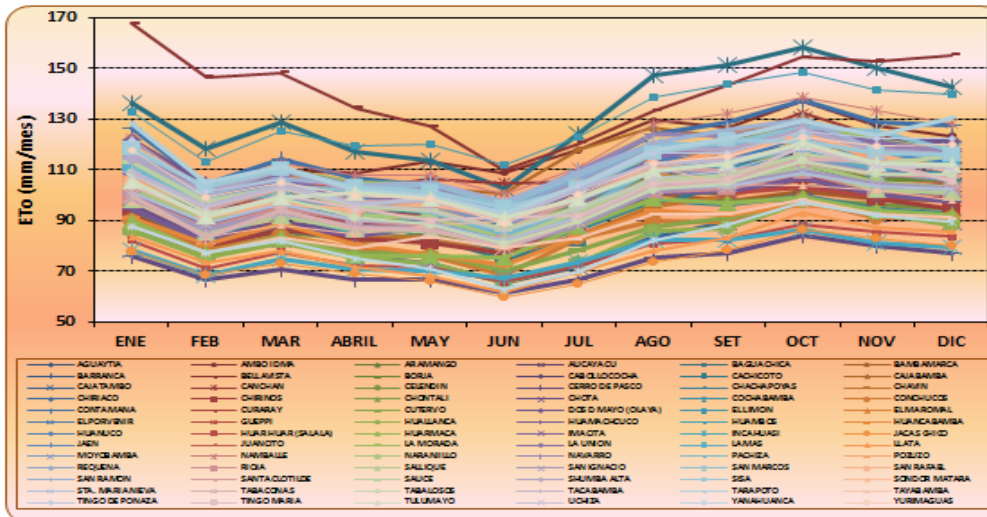
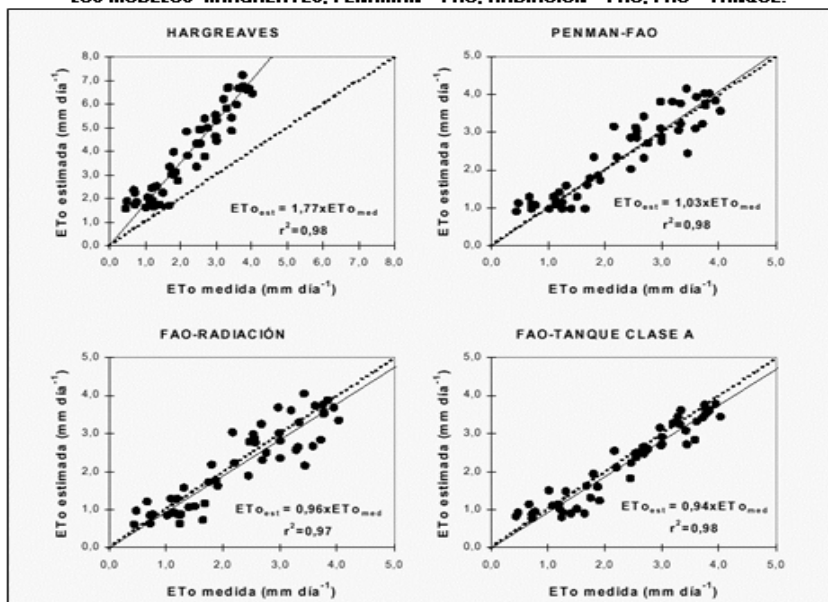


FIGURA 4.134: COMPARACIÓN DE Eto MEDIDOS EN INVERNADERO Y LOS ESTIMADOS LOS MODELOS HARGREAVES, PENAMAN - FAO, RADIACION - FAO, FAO - TANQUE.



La línea discontinua representa la línea 1:1 y la línea continua la de ajuste.

Fuente: Estación experimental "Las Palmerillas" – Cajamar, Caja rural de Almería y Malaga. Programación de riego, cultivos hortícolas bajo invernadero en el sudeste español. Fernández et al, 2001



FIGURA 4.135: ANÁLISIS DE DOBLE MASA

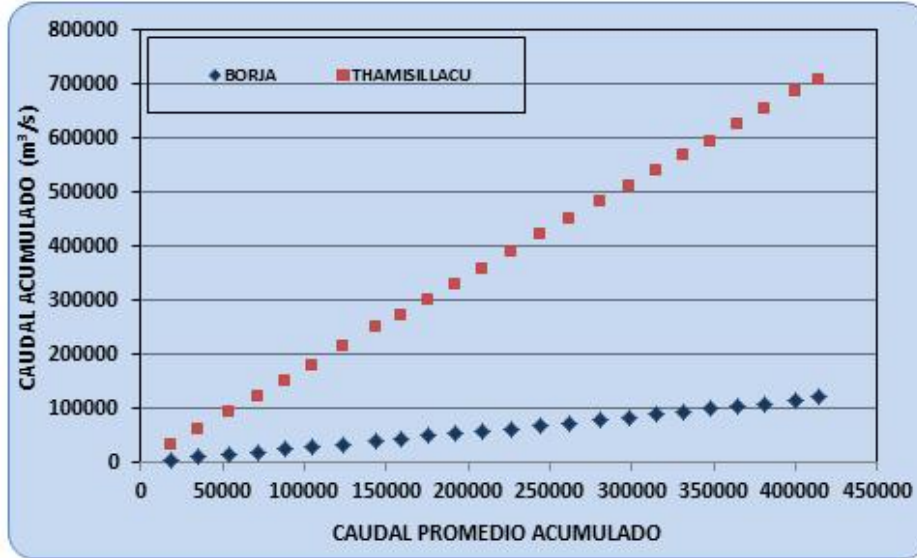


FIGURA 4.136: CAUDALES EN LA ESTACIÓN BORJA

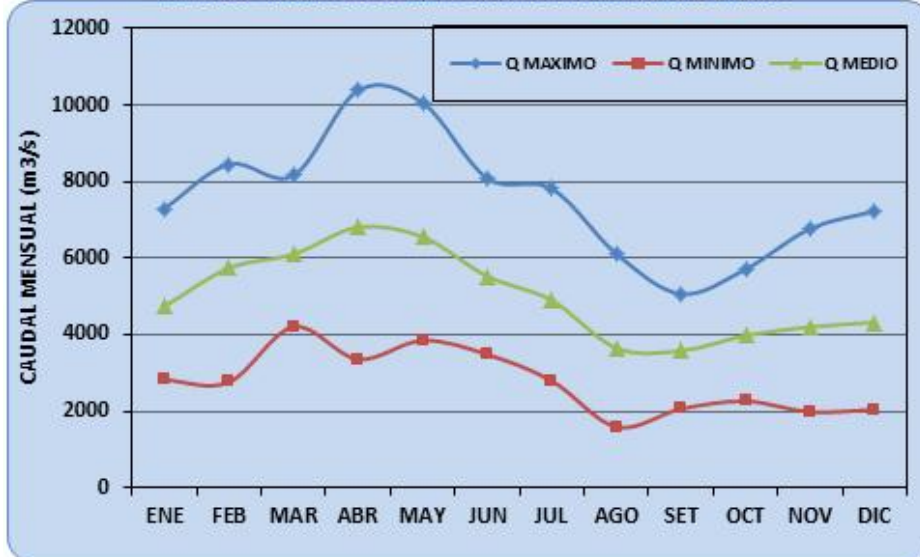


FIGURA 4.137: HISTOGRAMA DE CAUDALES MENSUALES

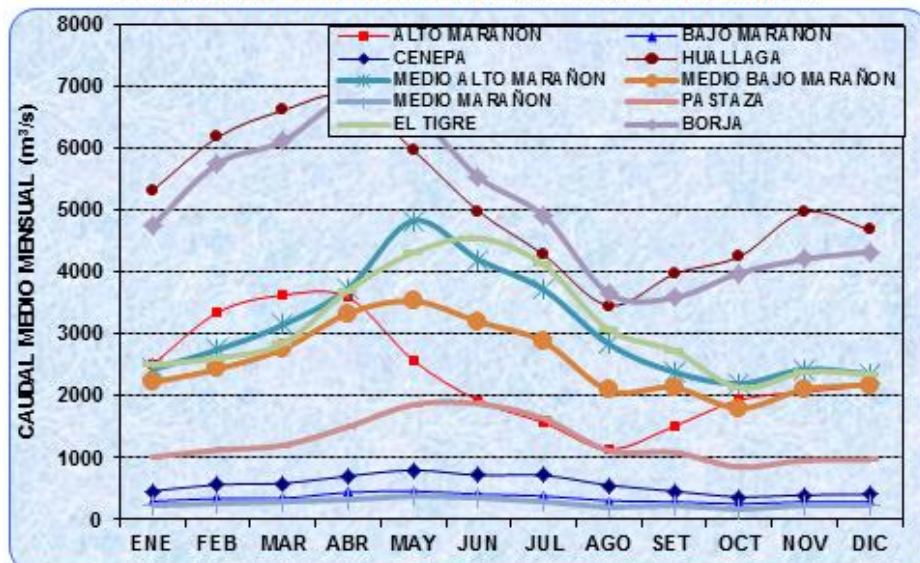


FIGURA 4.138: BALANCE HÍDRICO ALTO MARAÑÓN

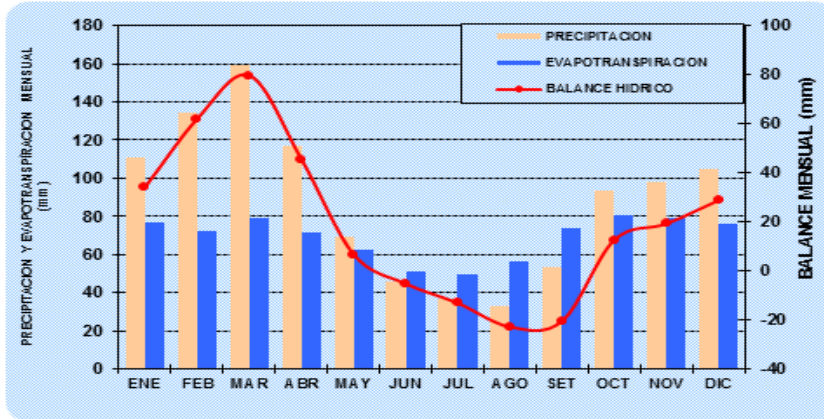


FIGURA 4.139: BALANCE HÍDRICO BAJO MARAÑÓN

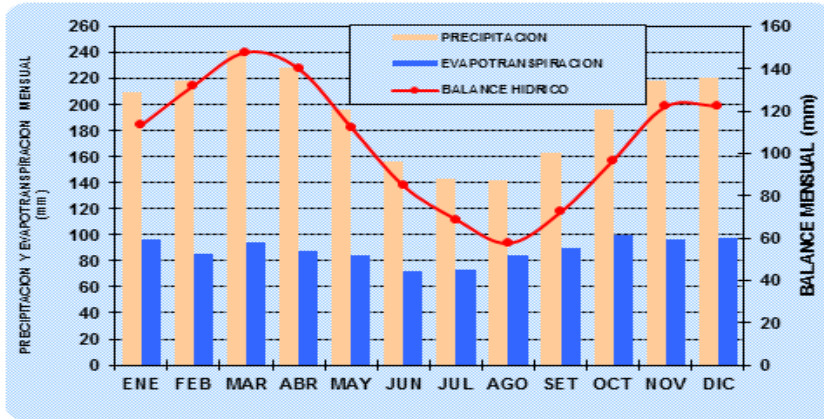


FIGURA 4.140: BALANCE HÍDRICO CENEPA

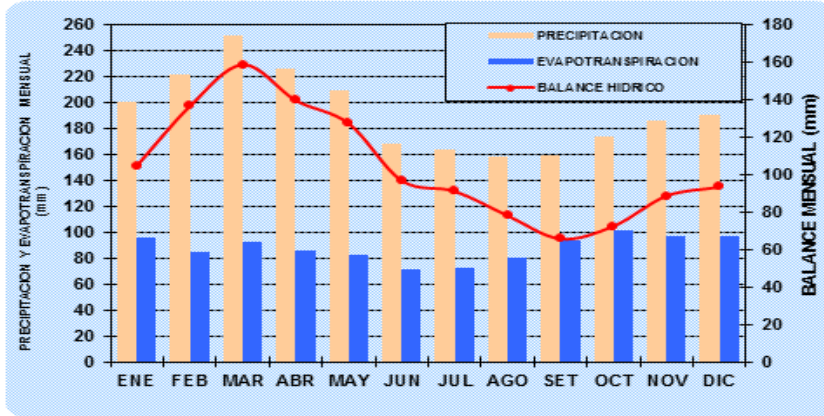


FIGURA 4.141: BALANCE HÍDRICO HUALLAGA

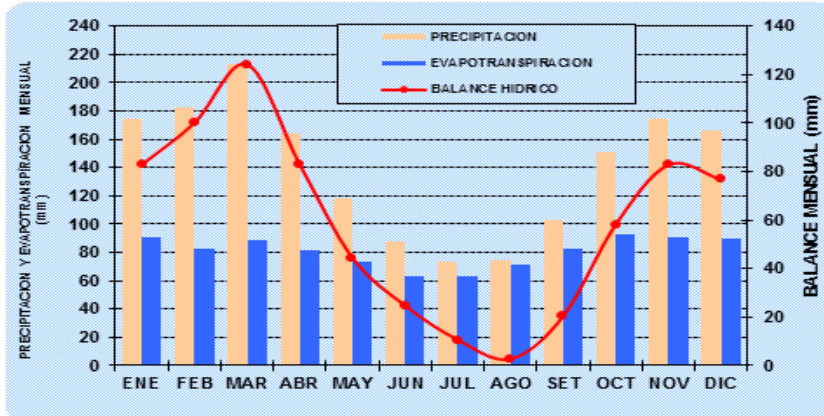




FIGURA 4.142: BALANCE HÍDRICO MEDIO ALTO MARAÑÓN

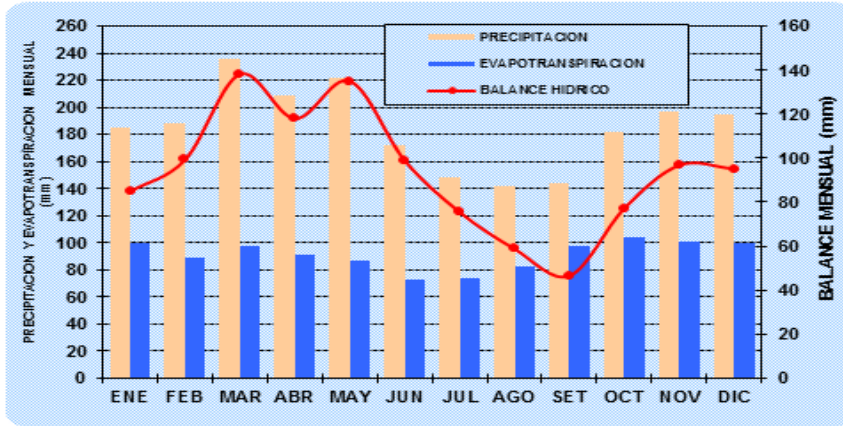


FIGURA 4.143: BALANCE HÍDRICO MEDIO BAJO MARAÑÓN

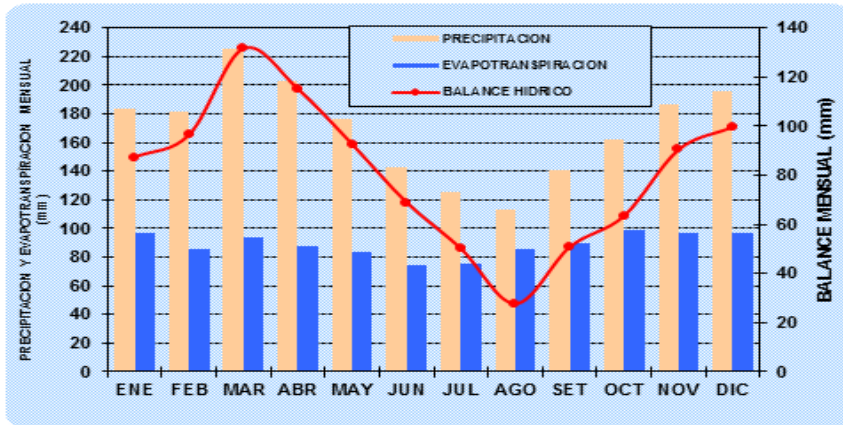


FIGURA 4.144: BALANCE HÍDRICO MEDIO MARAÑÓN

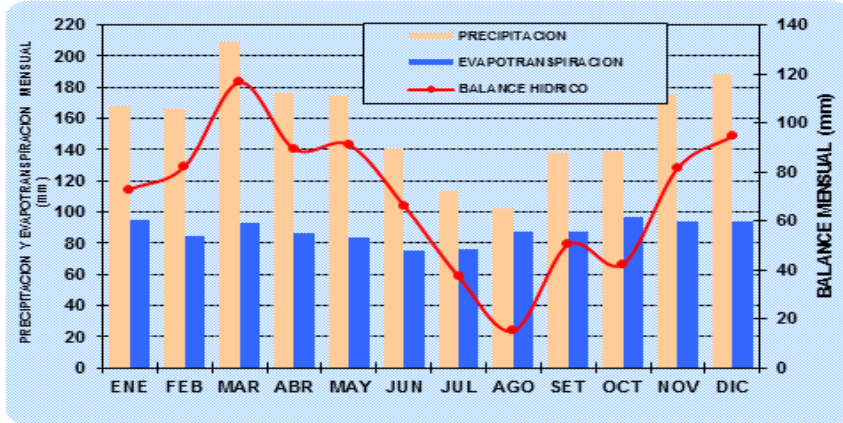


FIGURA 4.145: BALANCE HÍDRICO PASTAZA

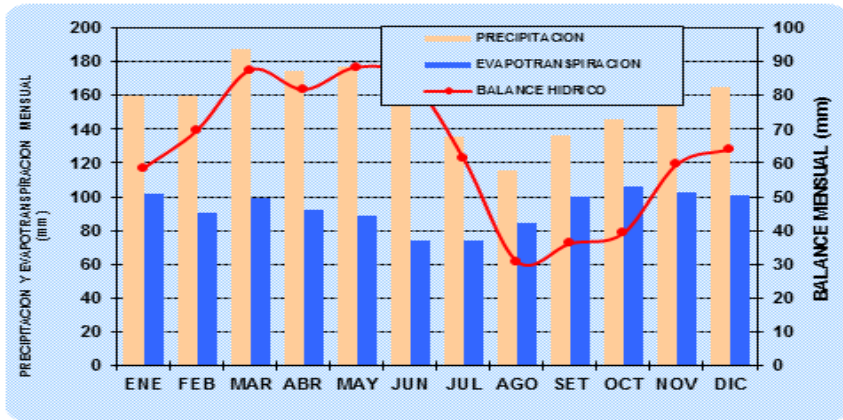


FIGURA 4.146: BALANCE HÍDRICO TIGRE

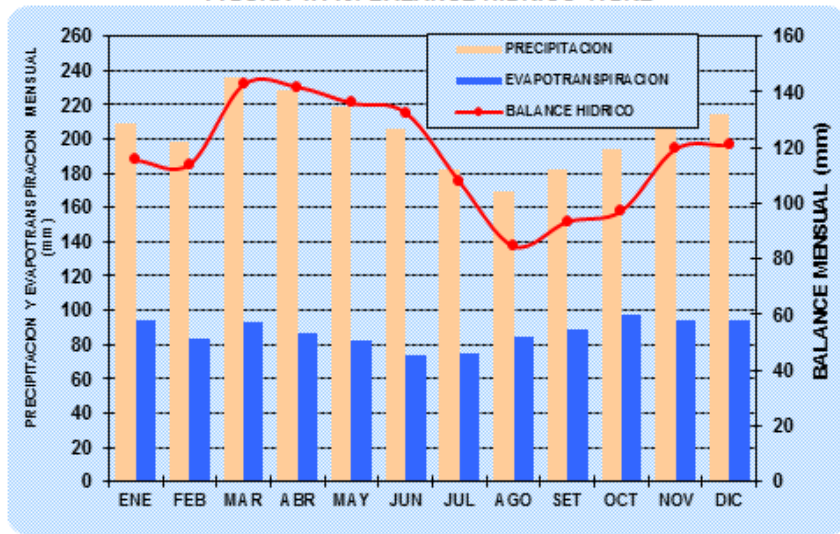


FIGURA 4.147: BALANCE HÍDRICO BORJA

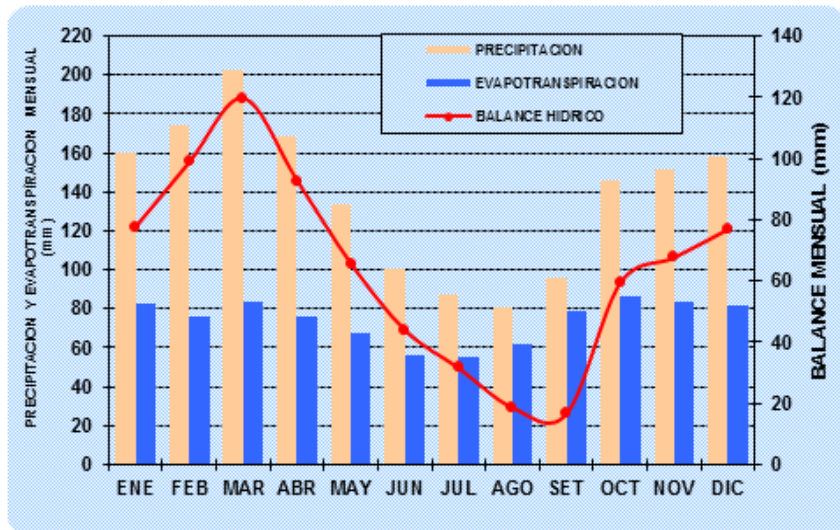
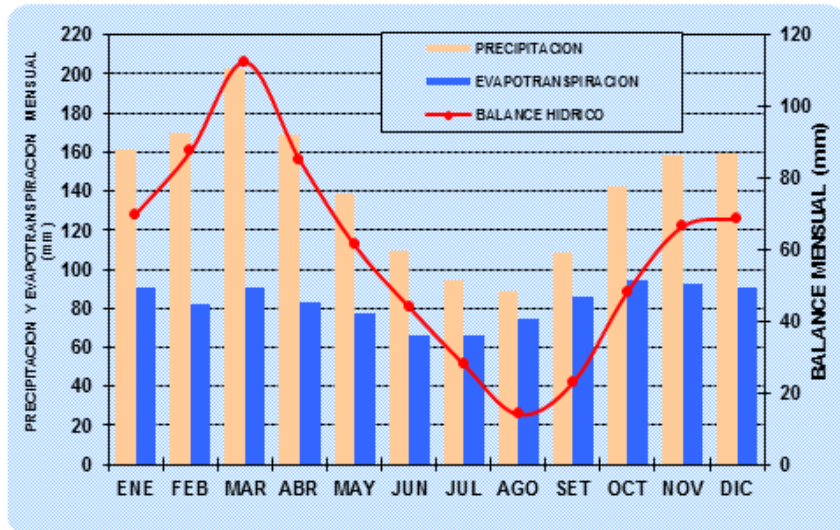


FIGURA 4.148: BALANCE HÍDRICO TOTAL





## ***ANEXO III***

### ***MAPAS***