

ANEXO G

INFORMACIÓN HIDROLÓGICA Y MODIFICACIONES DIVERSAS EN ARCHIVOS DE ENTRADA DEL MODELO PERSEO

- G1: ACTUALIZACION DE LA INFORMACIÓN HIDROLOGICA
HASTA EL AÑO 2002 (EGEMSA y SAN GABAN).**
- G2: MODELAMIENTO DE LAS CC.HH. CURUMUY Y
POECHOS I.**
- G3: INCLUSIÓN DE LA DEMANDA DE RIEGO EN LA
C.H. GALLITO CIEGO Y LAGUNA ARICOTA.**
- G4: REPOTENCIACION DE LA C.H. CALLAHUANCA**
- G5: VOLUMENES DE EMBALSES AL 31 DE DICIEMBRE
2003**

Se adjunta en medio magnético:

- Estudio Hidrologico EGEMSA.doc: Estudio de naturalización de la información hidrológica del río Vilcanota.
- Estudio Hidrologico SAN GABAN.doc: Estudio de naturalización de la información hidrológica del río Sa Gabán.

G1: ACTUALIZACION DE LA INFORMACIÓN HIDROLOGICA HASTA EL AÑO 2002.

- EGEMSA
- SAN GABAN

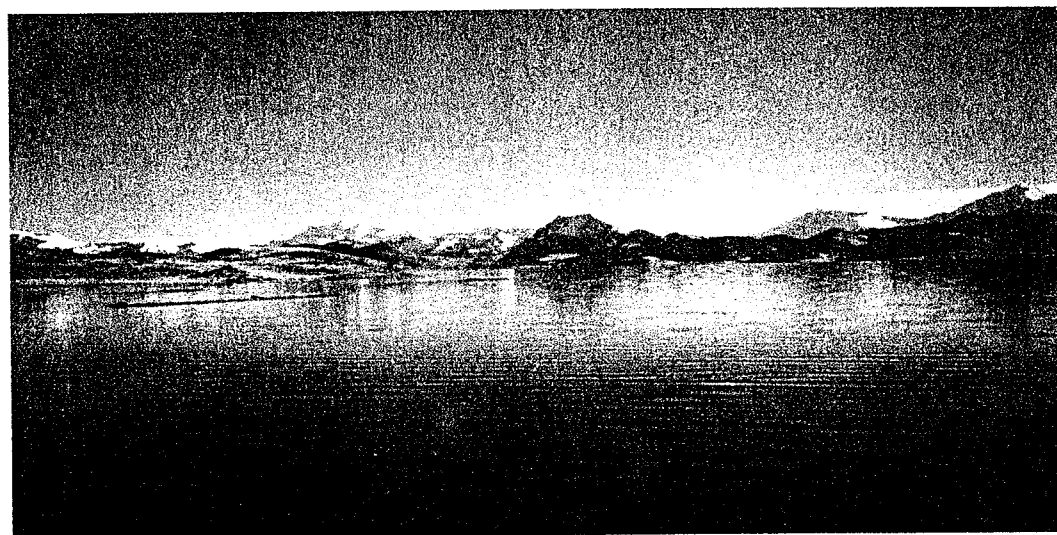
ACTUALIZACION DE LA INFORMACIÓN HIDROLOGICA HASTA EL AÑO 2002

Con relación a la información hidrológica presentada en la Fijación Tarifaria de Noviembre 2003 las empresas EGEMSA y SAN GABAN alcanzaron los informes de actualización de la Hidrología del año 2002, una copia de estos informes se adjunta en medio impreso y magnético.

Se debe puntualizar que la empresa SAN GABAN sustento una corrección de su información hidrológica, teniendo en consideración que disponía de una mayor información medida y se podía efectuar las correlaciones que justifiquen una corrección de su información hidrológica.

ESTUDIO DE NATURALIZACION DE LA INFORMACION HIDROLÓGICA DEL RIO VILCANOTA

PREPARADO PARA EGEMSA

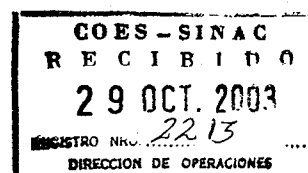


CONSULTOR : ING. AUGUSTO Z. OLIVOS ARANDA
OCTUBRE – 2003

INFORME FINAL

443

31 OCT. 2003



ESTUDIO DE NATURALIZACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO VILCANOTA

RESUMEN EJECUTIVO

INTRODUCCION Y ALCANCES

Los alcances del presente Estudio son determinar los caudales naturalizados en los diferentes puntos, con información hidrológica de la cuenca del río Vilcanota. Cuando se refiere a caudales naturalizados significa las descargas sin los efectos de las obras construidas por el hombre, es decir si existe un embalse y se tiene la información de las descargas a la salida del embalse, con la estadística de los volúmenes embalsados, evaporación, precipitación, caudal infiltrado y la batimetría del embalse, determinar el caudal que ingrese al embalse en condiciones naturales.

El estudio se abocará a la naturalización de las descargas en el embalse Sibinacocha y la estimación de las series hidrológicas en la Laguna Langui Layo y la central hidroeléctrica Hercca, en lo que respecta a los caudales disponibles en la central Machupicchu ya fueron analizados con mucho detalle y se incluye una copia del documento en el Anexo C del presente informe.

En ese sentido se trato de recopilar la información de EGEMSA, SENAMHI y otras entidades con estos fines específicos; con la información recopilada se tiende a proporcionar una idea clara de las condiciones meteorológicas predominantes en la cuenca y permitir estimar la oferta de agua disponible para los diferentes sectores ya citados.

En lo que respecta a la cuenca del río Vilcanota esta tiene tres tramos diferenciados, el primero se desarrolla en la parte alta y se caracteriza por ser un terreno accidentado por la presencia de montañas y cerros con cobertura vegetal limitada pero propicia para el crecimiento de pastos que favorecen la crianza de ganados.

En el segundo tramo, la agricultura se desarrolla por secano y se caracteriza por tener zonas de pendiente moderada y con un clima frío con fuertes variaciones diarias y estacionales de temperatura.

En el tercer tramo corresponde al área más plana y productiva de la cuenca que significa que tiene las mayores áreas irrigadas de la cuenca.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) Para determinar las descargas naturales medias mensuales en Sibinacocha se tienen dos fases: antes que se construya el embalse y después de la construcción del embalse. En la primera fase se estimaron mediante correlaciones con la estación Huancarane mientras que en la segunda fase se reconstruyeron los caudales naturales mediante la ecuación de naturalización que involucra información de precipitación, evaporación, descarga de salida por el embalse, volúmenes almacenados. En el Cuadro Nro. 1 se muestra los resultados obtenidos

Cuadro N° 1
Caudales naturales medios mensuales en el embalse Sibinacocha en m³/s
(QN-2301)

Año	Enero	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
1965	2.017	4.722	5.864	2.942	2.023	1.346	0.959	0.769	0.836	1.101	1.394	2.234	2.184
1966	2.409	3.079	2.698	1.727	1.442	1.120	0.966	0.928	0.949	1.467	1.929	2.759	1.790
1967	2.719	3.310	6.166	4.064	1.817	1.200	1.027	0.903	0.917	1.458	2.111	3.538	2.436
1968	3.476	6.830	5.354	2.997	1.750	1.290	1.157	0.940	0.877	1.438	2.165	2.053	2.527
1969	5.414	7.990	4.410	3.633	1.177	1.051	0.991	0.939	0.941	1.102	1.287	2.194	2.594
1970	4.346	11.205	11.526	5.046	1.544	0.970	0.985	0.967	0.951	1.236	1.326	4.320	3.702
1971	14.335	40.564	13.900	5.548	1.983	1.267	1.024	1.017	1.036	1.148	1.730	2.296	7.154
1972	5.444	4.302	4.144	2.772	2.191	1.053	0.915	1.068	1.076	1.072	1.311	2.617	2.330
1973	7.751	17.741	16.797	9.200	2.135	1.211	1.073	0.919	0.898	1.031	1.151	1.645	5.129
1974	4.607	8.903	7.001	3.104	1.947	1.300	1.100	1.038	1.155	1.123	1.051	1.083	2.784
1975	2.663	4.570	3.548	2.601	1.861	1.012	0.845	0.772	0.745	0.901	1.060	2.544	1.927
1976	5.610	5.344	4.957	2.776	1.513	1.099	0.882	0.767	1.036	0.965	1.005	1.372	2.277
1977	2.497	3.773	4.825	3.442	1.512	1.173	0.894	0.859	0.934	1.052	1.269	1.156	1.949
1978	10.658	13.541	6.455	3.693	2.166	1.047	0.813	0.700	0.933	0.931	0.999	1.324	3.605
1979	6.031	22.012	35.048	3.251	1.618	1.018	0.821	0.821	0.921	1.043	1.016	1.118	6.227
1980	2.510	15.468	20.349	3.227	1.642	0.655	0.580	0.550	0.491	1.056	1.408	2.071	4.167
1981	7.933	6.911	15.888	6.774	1.027	0.695	0.485	0.442	0.413	0.861	1.415	3.275	3.843
1982	12.489	4.124	8.168	3.383	1.212	0.747	0.597	0.542	0.576	1.103	2.021	2.602	3.130
1983	4.604	6.678	3.770	2.453	1.174	0.778	0.562	0.637	0.726	1.174	1.698	1.659	2.160
1984	8.724	15.537	7.356	2.795	1.293	0.840	0.637	0.500	0.448	1.476	3.086	3.738	3.869
1985	9.349	6.501	5.919	4.145	1.892	1.244	0.713	0.512	0.200	0.330	2.130	4.020	3.080
1986	5.390	10.260	11.860	8.510	1.800	0.880	0.528	0.466	0.559	0.661	1.165	2.034	3.676
1987	9.344	3.928	2.043	1.310	0.698	0.445	0.372	0.419	0.624	0.961	2.277	3.793	2.185
1988	5.738	6.820	8.052	7.385	1.745	0.814	0.632	0.542	0.767	0.992	1.288	1.738	3.043
1989	5.510	6.387	6.965	2.769	1.071	0.761	0.494	0.449	0.599	1.464	1.249	1.972	2.474
1990	7.334	4.333	2.680	0.790	0.671	0.527	0.537	0.914	1.681	2.759	2.629	3.445	2.358
1991	4.433	4.731	5.776	2.936	2.027	1.595	0.511	0.456	0.620	0.450	1.070	1.970	2.215
1992	4.820	4.660	4.520	1.760	0.930	0.520	0.340	0.240	0.210	0.310	0.910	2.320	1.795
1993	3.950	3.700	4.589	2.903	1.220	0.410	0.200	0.150	0.150	0.220	0.900	2.570	1.747
1994	7.247	13.220	7.846	4.413	1.875	0.847	0.642	0.542	0.605	0.907	1.329	3.987	3.622
1995	6.015	3.710	9.254	3.502	1.275	0.789	0.657	0.685	0.895	1.196	1.823	2.331	2.678
1996	4.797	3.963	2.510	2.649	1.299	0.812	0.820	0.795	0.974	0.968	2.320	4.218	2.177
1997	3.522	3.234	5.804	2.169	0.739	0.841	0.871	0.914	1.047	0.721	3.777	3.996	2.303
1998	4.392	6.576	1.159	0.712	1.348	2.272	1.878	1.905	3.186	2.759	1.143	0.646	2.331
1999	18.702	7.128	5.549	4.289	2.649	0.567	0.389	0.753	1.249	1.202	2.293	4.378	4.096
2000	4.592	3.773	0.878	1.707	1.166	0.252	0.441	1.053	1.367	2.327	2.371	2.714	1.887
2001	6.00	3.610	2.950	3.620	0.150	0.200	0.610	1.240	1.800	2.390	3.400	2.210	2.348
2002	2.600	7.460	0.000	1.640	1.220	5.540	2.000	2.660	8.770	8.340	9.980	8.330	4.878
PROMEDIO	6.052	8.174	7.208	3.490	1.495	1.058	0.788	0.810	1.110	1.360	1.908	2.691	3.018

- 2) Las descargas medias mensuales en la zona de la laguna Langui Layo se estimaron en base con la información disponible de la serie de caudales de la estación Huancarane, utilizando relaciones de áreas de cuenca y precipitación. Los resultados se muestran en el Cuadro N° 2.

Cuadro N° 2
Caudales naturales medios mensuales en la laguna Langui Layo en m³/s
(QN-2302)

Año	Enero	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
1965	5.092	12.069	14.449	7.619	5.108	3.292	2.294	1.818	1.984	2.656	3.417	5.685	5.457
1966	6.167	7.990	6.958	4.305	3.545	2.705	2.310	2.215	2.267	3.611	4.851	7.123	4.504
1967	7.014	8.604	15.017	10.525	4.548	2.912	2.466	2.153	2.188	3.586	5.348	9.198	6.130
1968	9.039	16.191	13.432	7.768	4.367	3.145	2.800	2.245	2.088	3.532	5.496	5.190	6.274
1969	13.556	18.019	11.354	9.443	2.851	2.527	2.375	2.244	2.247	2.658	3.138	5.575	6.332
1970	11.203	22.048	22.390	12.782	3.816	2.321	2.360	2.313	2.274	3.004	3.238	11.140	8.241
1971	25.057	38.981	24.677	13.827	4.999	3.085	2.459	2.440	2.488	2.777	4.312	5.855	10.913
1972	13.617	11.098	10.720	7.158	5.567	2.534	2.182	2.570	2.590	2.582	3.198	6.735	5.879
1973	17.663	27.725	27.035	19.687	5.416	2.939	2.584	2.193	2.140	2.477	2.783	4.084	9.727
1974	11.810	19.297	16.476	8.056	4.901	3.171	2.653	2.493	2.795	2.713	2.528	2.608	6.625
1975	6.861	11.724	9.225	6.692	4.668	2.427	2.006	1.826	1.759	2.147	2.551	6.536	4.868
1976	13.951	13.413	12.590	7.168	3.733	2.650	2.100	1.814	2.489	2.308	2.410	3.360	5.666
1977	6.406	9.800	12.300	8.951	3.729	2.840	2.129	2.043	2.231	2.529	3.089	2.797	4.904
1978	21.446	24.355	15.541	9.597	5.499	2.517	1.928	1.648	2.228	2.222	2.396	3.235	7.718
1979	14.765	30.506	36.860	8.446	4.013	2.444	1.946	1.946	2.199	2.508	2.439	2.699	9.231
1980	6.441	26.002	29.483	8.385	4.077	1.536	1.354	1.282	1.139	2.540	3.455	5.238	7.578
1981	17.936	16.328	26.336	16.095	2.466	1.635	1.126	1.024	0.955	2.048	3.474	8.511	8.161
1982	23.365	10.670	18.279	8.795	2.941	1.765	1.395	1.264	1.345	2.659	5.102	6.694	7.023
1983	11.803	15.931	9.794	6.285	2.844	1.841	1.310	1.495	1.711	2.844	4.228	4.122	5.351
1984	19.057	26.057	17.052	7.222	3.153	1.995	1.492	1.163	1.038	3.633	8.006	9.713	8.298
1985	19.878	15.622	14.554	10.721	4.751	3.024	1.679	1.190	2.023	2.152	10.439	10.119	8.013
1986	14.492	19.280	23.001	10.709	3.900	2.094	1.229	1.082	1.303	1.552	2.821	5.139	7.217
1987	19.871	10.188	5.162	3.197	1.642	1.031	0.858	0.969	1.462	2.300	5.803	9.851	5.195
1988	14.204	16.174	18.111	17.098	4.352	1.931	1.481	1.264	1.813	2.378	3.139	4.334	7.190
1989	13.752	15.419	16.418	7.150	2.579	1.799	1.149	1.040	1.400	3.603	3.038	4.968	6.026
1990	17.018	11.173	6.908	1.871	1.575	1.227	1.250	2.180	4.182	7.123	6.767	8.956	5.852
1991	11.408	12.091	14.278	7.602	5.120	3.951	1.188	1.056	1.453	2.034	2.401	4.943	5.627
1992	15.096	11.752	11.143	3.229	1.857	1.236	0.953	0.830	0.865	1.442	3.130	4.348	4.657
1993	13.798	9.616	11.768	7.515	2.936	1.340	1.070	0.904	1.006	1.174	3.554	5.863	5.045
1994	16.878	24.060	17.806	11.360	4.707	2.011	1.505	1.263	1.416	2.161	3.247	10.335	8.062
1995	14.736	9.642	19.756	9.105	3.105	1.869	1.543	1.611	2.132	2.901	4.563	5.951	6.409
1996	13.758	15.506	12.422	9.305	4.022	2.069	2.382	2.325	2.204	2.601	3.588	7.092	6.440
1997	11.479	16.702	18.650	6.849	5.570	2.024	2.561	3.022	1.856	2.677	3.320	3.741	6.538
1998	4.750	9.487	5.605	4.397	2.940	2.118	1.521	1.341	2.596	2.498	2.564	4.059	3.656
1999	17.037	12.862	14.347	9.717	5.417	2.658	1.754	1.722	2.164	2.787	3.119	6.258	6.653
2000	16.822	24.178	19.870	7.670	3.939	2.552	2.263	2.136	2.767	4.422	4.777	7.475	8.239
2001	26.507	22.117	21.249	13.566	5.324	3.102	2.456	1.679	2.891	4.637	5.030	7.434	9.666
2002	20.712	30.107	31.857	19.323	8.757	5.434	5.146	3.883	6.109	8.728	11.915	15.785	13.980
PROMEDIO	14.328	17.179	16.655	9.189	4.072	2.415	1.928	1.781	2.100	2.953	4.176	6.388	6.930

- 3) Las descargas medias mensuales en la zona de la central hidroeléctrica Hercca también se estimaron en base con la información disponible de la serie de caudales de la estación Huancarane, utilizando relaciones de áreas de cuenca y precipitación. Los resultados se muestran en el Cuadro N° 3 en donde se observa los caudales incrementales que se

obtuvieron descontando el aporte hasta la laguna Langui Layo de la descarga total de Hercca.

Cuadro N° 3
Caudales Naturales Medios Mensuales Incrementales
en la C.H. Hercca en m³/s
(QN-2303)

Año	Enero	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
1965	1.137	2.694	3.225	1.701	1.140	0.735	0.512	0.406	0.443	0.593	0.763	1.269	1.218
1966	1.376	1.783	1.553	0.961	0.791	0.604	0.516	0.494	0.506	0.806	1.083	1.590	1.005
1967	1.566	1.921	3.352	2.349	1.015	0.650	0.551	0.480	0.488	0.801	1.194	2.053	1.368
1968	2.018	3.614	2.998	1.734	0.975	0.702	0.625	0.501	0.466	0.788	1.227	1.159	1.401
1969	3.026	4.022	2.534	2.108	0.636	0.564	0.530	0.501	0.502	0.593	0.700	1.245	1.413
1970	2.501	4.921	4.998	2.853	0.852	0.518	0.527	0.516	0.508	0.671	0.723	2.487	1.839
1971	5.593	8.701	5.508	3.086	1.116	0.689	0.549	0.545	0.555	0.620	0.963	1.307	2.436
1972	3.039	2.477	2.393	1.598	1.243	0.566	0.487	0.574	0.578	0.576	0.714	1.503	1.312
1973	3.943	6.189	6.035	4.394	1.209	0.656	0.577	0.489	0.478	0.553	0.621	0.912	2.171
1974	2.636	4.307	3.678	1.798	1.094	0.708	0.592	0.557	0.624	0.606	0.564	0.582	1.479
1975	1.531	2.617	2.059	1.494	1.042	0.542	0.448	0.408	0.393	0.479	0.569	1.459	1.087
1976	3.114	2.994	2.810	1.600	0.833	0.592	0.469	0.405	0.556	0.515	0.538	0.750	1.265
1977	1.430	2.187	2.746	1.998	0.832	0.634	0.475	0.456	0.498	0.564	0.689	0.624	1.095
1978	4.787	5.436	3.469	2.142	1.227	0.562	0.430	0.368	0.497	0.496	0.535	0.722	1.723
1979	3.296	6.809	8.228	1.885	0.896	0.546	0.434	0.434	0.491	0.560	0.544	0.602	2.060
1980	1.438	5.804	6.581	1.872	0.910	0.343	0.302	0.286	0.254	0.567	0.771	1.169	1.691
1981	4.004	3.645	5.879	3.593	0.550	0.365	0.251	0.229	0.213	0.457	0.775	1.900	1.822
1982	5.215	2.382	4.080	1.963	0.656	0.394	0.311	0.282	0.300	0.594	1.139	1.494	1.568
1983	2.635	3.556	2.186	1.403	0.635	0.411	0.292	0.334	0.382	0.635	0.944	0.920	1.194
1984	4.254	5.816	3.806	1.612	0.704	0.445	0.333	0.259	0.232	0.811	1.787	2.168	1.852
1985	4.437	3.487	3.249	2.393	1.061	0.675	0.375	0.266	0.452	0.480	2.330	2.259	1.789
1986	3.235	4.304	5.134	2.390	0.871	0.467	0.274	0.241	0.291	0.346	0.630	1.147	1.611
1987	4.435	2.274	1.152	0.714	0.367	0.230	0.192	0.216	0.326	0.513	1.295	2.199	1.159
1988	3.170	3.610	4.043	3.817	0.972	0.431	0.331	0.282	0.405	0.531	0.701	0.967	1.605
1989	3.070	3.442	3.665	1.596	0.576	0.402	0.256	0.232	0.313	0.804	0.678	1.109	1.345
1990	3.799	2.494	1.542	0.418	0.352	0.274	0.279	0.487	0.933	1.590	1.511	1.999	1.306
1991	2.546	2.699	3.187	1.697	1.143	0.882	0.265	0.236	0.324	0.454	0.536	1.103	1.256
1992	3.370	2.623	2.487	0.721	0.414	0.276	0.213	0.185	0.193	0.322	0.699	0.971	1.039
1993	3.080	2.146	2.627	1.677	0.655	0.299	0.239	0.202	0.224	0.262	0.793	1.309	1.126
1994	3.767	5.371	3.975	2.536	1.051	0.449	0.336	0.282	0.316	0.482	0.725	2.307	1.800
1995	3.289	2.152	4.410	2.032	0.693	0.417	0.345	0.360	0.476	0.648	1.019	1.328	1.431
1996	3.071	3.461	2.773	2.077	0.898	0.462	0.532	0.519	0.492	0.581	0.801	1.583	1.437
1997	2.562	3.728	4.163	1.529	1.243	0.452	0.572	0.675	0.414	0.597	0.741	0.835	1.459
1998	1.060	2.118	1.251	0.981	0.656	0.473	0.339	0.299	0.580	0.558	0.572	0.906	0.816
1999	3.803	2.871	3.202	2.169	1.209	0.593	0.391	0.384	0.483	0.622	0.696	1.397	1.485
2000	3.755	5.397	4.435	1.712	0.879	0.570	0.505	0.477	0.618	0.987	1.066	1.668	1.839
2001	5.917	4.937	4.743	3.028	1.188	0.692	0.548	0.375	0.645	1.035	1.123	1.659	2.158
2002	4.623	6.720	7.111	4.313	1.955	1.213	1.149	0.867	1.364	1.948	2.660	3.524	3.120
PROMEDIO	3.198	3.834	3.718	2.051	0.909	0.539	0.430	0.398	0.469	0.659	0.932	1.426	1.547

- 4) Las descargas medias mensuales en Machupicchu se obtuvieron de la estadística de caudales de la estación km 105, a esta estadística se le tuvo que descontar el efecto regulador del embalse Sibinacocha (desde el año 1997), en el Cuadro N° 4 se observa los caudales incrementales que llegan hasta este punto de control

Cuadro N° 4
Caudales Naturales Medios Mensuales Incrementales
en la C.H. Machupicchu en m³/s
(QN-2304)

Año	Enero	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
1965	109.025	236.645	281.491	155.069	64.679	38.417	31.894	26.288	31.748	36.129	45.827	161.242	101.538
1966	177.277	264.417	231.610	78.546	57.561	33.931	28.218	26.303	28.998	52.396	80.247	144.148	100.305
1967	103.751	155.295	322.064	128.762	57.160	39.388	31.976	26.984	27.537	51.325	45.797	142.061	94.342
1968	163.328	375.715	306.126	145.262	56.659	37.873	35.008	28.454	26.038	32.792	79.722	107.448	116.202
1969	178.133	256.759	212.931	152.847	59.565	38.239	30.834	25.276	24.531	34.506	43.614	86.916	95.346
1970	207.152	207.952	244.425	188.928	80.901	47.555	35.985	31.954	32.989	37.748	45.412	145.880	108.907
1971	234.907	400.729	266.631	137.358	66.392	45.871	37.022	32.937	30.809	36.279	37.077	90.464	118.040
1972	258.222	209.894	222.876	155.386	63.144	39.966	34.983	31.165	31.346	34.674	49.108	122.457	104.435
1973	289.958	344.365	344.065	240.853	105.233	52.731	40.684	35.128	34.334	39.156	55.734	77.788	139.277
1974	273.144	470.371	383.765	174.532	67.411	46.508	34.936	36.299	33.483	35.444	41.431	63.418	138.395
1975	124.315	322.348	290.657	130.392	70.751	41.157	31.959	29.028	28.080	34.247	40.223	118.403	105.130
1976	300.409	289.664	263.204	132.048	60.017	41.760	33.706	28.872	39.062	36.695	38.205	53.330	109.748
1977	125.775	175.708	261.745	122.214	46.363	32.124	29.131	26.855	26.341	32.138	70.210	77.788	85.529
1978	293.347	301.355	258.231	154.503	66.058	39.896	30.831	26.375	25.204	27.400	48.320	159.160	119.224
1979	294.006	262.712	230.259	162.004	65.477	38.741	31.130	31.032	35.296	38.034	69.822	117.848	114.697
1980	186.662	242.969	240.418	157.766	66.462	45.503	36.158	32.696	31.252	48.717	64.224	91.437	103.689
1981	302.636	328.308	337.280	221.593	97.650	55.376	41.911	38.463	35.506	72.014	132.929	89.082	139.277
1982	469.865	302.418	357.496	212.162	88.569	55.868	41.648	34.397	34.252	47.293	163.332	187.616	166.243
1983	200.668	195.247	157.019	95.831	53.303	35.682	31.055	28.632	30.573	34.472	43.278	57.037	80.233
1984	253.896	378.253	306.777	231.092	93.563	50.724	35.274	31.631	27.598	58.197	138.846	201.405	150.605
1985	269.590	269.050	259.337	198.066	104.958	62.883	35.951	29.282	34.834	35.968	120.158	153.611	131.141
1986	248.073	278.500	399.344	216.499	111.105	52.119	37.605	31.566	32.941	34.634	48.313	70.957	130.138
1987	304.733	236.405	128.752	79.960	45.146	33.242	32.764	26.999	27.607	37.674	82.018	157.307	99.384
1988	258.525	238.112	265.645	290.112	102.772	47.462	34.289	29.051	28.302	31.239	36.429	60.057	118.499
1989	184.924	278.100	301.065	184.055	77.777	47.339	32.813	28.153	26.327	30.554	37.105	56.461	107.056
1990	222.632	160.934	132.704	85.034	49.355	44.556	37.175	30.049	25.908	38.654	126.988	142.042	91.336
1991	169.909	182.815	203.697	130.570	53.818	40.684	34.596	31.520	30.907	36.213	48.936	73.167	86.403
1992	201.966	163.473	168.099	69.143	42.599	36.998	35.586	35.920	35.355	39.893	66.844	66.302	80.181
1993	200.738	220.589	218.636	133.131	64.948	40.400	33.815	35.463	35.178	42.230	108.567	206.043	111.645
1994	271.969	385.579	316.333	209.423	106.632	52.087	38.902	32.861	30.882	36.462	49.634	117.323	137.341
1995	201.758	112.970	295.810	146.911	53.758	38.463	33.530	30.354	30.466	33.355	49.728	67.783	91.240
1996	164.174	253.761	190.785	148.429	61.801	38.378	31.357	31.280	29.740	33.620	48.161	116.057	95.629
1997	225.609	366.020	419.137	154.872	74.012	50.550	33.253	26.548	25.997	39.299	84.289	113.774	134.447
1998	166.445	234.791	200.139	105.282	49.891	38.310	33.006	31.927	31.966	43.432	47.627	85.042	88.988
1999	141.958	257.669	298.749	181.106	85.776	41.703	31.753	29.324	31.395	37.183	41.893	101.736	106.687
2000	215.329	350.198	316.505	98.627	51.020	40.312	32.928	31.042	28.524	43.340	34.776	61.497	108.675
2001	324.922	302.560	376.235	167.939	77.778	51.905	45.002	37.725	34.441	41.383	68.737	96.689	135.443
2002	188.062	360.046	351.263	202.549	91.800	46.037	59.032	40.596	34.562	53.066	88.346	157.339	139.392
PROMEDIO	222.889	272.966	272.666	157.338	70.839	43.704	35.203	31.011	30.798	39.680	66.366	113.429	113.157

- 5) Se recomienda reacondicionar la estación meteorológica Sibinacocha en lo que se refiere al pluviómetro y al pluviógrafo, se debe instalar un tanque de evaporación esta información es muy importante en el cálculo de naturalización de caudales.
- 6) Se debe controlar con sumo cuidado los caudales descargados por la compuerta de toma y vertedero del embalse Sibinacocha y tenerlo registrados adecuadamente.
- 7) Se debe reanudar las mediciones en la estación Puente Acco ya que es la única estación que registra los caudales naturales en la cuenca Vilcanota o en su defecto seleccionar una estación que se encuentre en el Alto Vilcanota antes de la confluencia con el río Hercca.

- 8) Se recomienda continuar con las mediciones de nivel y caudal en las estaciones que actualmente opera EGEMSA, es importante tener actualizada la curva de aforos.

- 9) Se considera importante instalar una estación meteorológica cercana a la central hidroeléctrica Machupicchu con la finalidad de obtener información muy importante para el mantenimiento y operatividad de la central.

1. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

La cuenca del río Vilcanota abarca una extensión de 51000 km² hasta su confluencia con el río Tambo; ambos ríos dan origen al río Ucayali. Se adjunta un plano con la cuenca del río Vilcanota y estaciones pluviométricas e hidrométricas.

El área de cuenca hasta la toma de la central hidroeléctrica Machupicchu, ubicada en la cota 2 069 msnm, abarca una extensión de 9374 km².

Este río tiene dos tramos diferenciados; el primero se desarrolla entre los 3 500 y 4 600 msnm de pendientes moderadas a fuertes, y el segundo, donde se ubica la C.H. Machupicchu, con zona de características de ceja de selva.

Las obras importantes en la cuenca son la C.H. Machupicchu y el embalse Sibinacocha. Pasaremos a describir cada una de las obras mencionadas:

C.H. Machupicchu

Con una potencia instalada de 115 MW a través de dos etapas construidas en diferentes fechas: la primera etapa (casa de máquinas N°1) con una antigüedad de 35 años constaba de dos unidades Francis de 20 MW cada uno, y la segunda etapa (casa de máquinas N°2) contaba con 3 grupos generadores tipo Pelton de 25 MW de potencia instalada cada uno, operando desde 1985. Debido a restricciones en la obra de conducción, por donde sólo permitía conducir aproximadamente 37 m³/s en lugar de los 39.5 m³/s, en lo que respecta al caudal de diseño total de las turbinas, la central sólo podía producir 107 MW. La caída neta promedio es 345 metros.

Debido al huayco del 27 de Febrero de 1998 que bajó por la quebrada Aobamba desde su nacimiento hasta el río Vilcanota. Este río fue represado por el volumen de material depositado que se estimó entre 10 y 28 millones de metros cúbicos, lo que sobreelevó el nivel de agua en 50 metros inundando la casa de máquinas, patio de llaves y el edificio de montaje y mando de la central, quedando fuera de servicio desde entonces.

EGEMSA inició una intensa actividad para la rehabilitación de la central que se desarrolla en dos etapas:

- En la Primera Etapa: la rehabilitación y repotenciación de los tres grupos de la caverna N°2 (con turbinas Pelton) a una potencia de 90 MW y un caudal de diseño total de 30 m³/s (3 grupos), el patio de llaves, el edificio de mando y control, y la modificación de todos los accesos, de tal manera que una posible inundación de la central quede descartada.
- En la Segunda. Etapa se está proyectando el reemplazo de las turbinas Francis por una turbina Pelton, al terminar la rehabilitación de la Segunda Etapa de la C.H. Machupicchu, ésta turbinará 50 m³/s con una potencia efectiva estimada de 150 MW.

La primera etapa esta ya implantada y la segunda etapa está prevista ser implementada según como se comporte el Mercado Eléctrico Nacional.

Embalse Sibinacocha

Otra obra importante es el embalse de Sibinacocha terminado de construir el año 1996 con una capacidad de 110 hm³ útiles, lo que permite afianzar en la época de estiaje a la C.H. Machupicchu.

Esta presa se ubica en la parte alta de la cuenca y por su localización solamente permite regular las aguas en forma diaria o semanal.

La información de altura-área-volumen para el embalse Sibinacocha se muestra en el Cuadro N° 5.

Cuadro N° 5
Curva Altura-Area
Volumen del embalse Sibinacocha

Nivel msnm	Area km2	Volumen acumulado hm3
4863.5	26.38	0.00
4864.0	26.78	13.29
4864.5	27.22	26.79
4865.0	27.54	40.48
4865.5	28.02	54.37
4866.0	28.34	68.46
4866.5	28.78	82.74
4867.0	29.14	97.22
4867.5	29.50	111.88
4868.0	29.92	126.75

Continuando con la descripción de la cuenca, ésta se inicia hidráulicamente como curso de agua en el Abra de la Raya a 4326 msnm siendo la estación de control final la estación limnimétrica de Lucumachayoc (Km 105 de la Vía férrea Cusco – Machupicchu) a 2262 msnm., presentando una pendiente promedio en el cauce principal de 0,77 %.

La cuenca del Río Vilcanota se ha distribuido en once cuencas tributarias, las cuales aportan en función a áreas y al número de orden de sus cauces principales como se puede observar en el Cuadro N° 6.

Cuadro N° 6

Subcuencas del río Vilcanota

Orden	Cuenca	Area Km ²	Longitud Km
1	Vilcanota Alto	495.55	37.00
2	Hercca	620.65	60.00
3	Salcca	2,217.30	88.00
4	Pitumarca	689.89	45.00
5	Chuquicahuana	1,007.48	47.00
6	Huambutío	989.35	58.00
7	Huatanay	515.73	42.50
8	Pisac	535.43	30.00
9	Urubamba	938.77	55.20
10	Huarocondo	623.44	68.00
11	Machupicchu	740.71	43.80
Total		9,374.30	

Cada cuenca tributaria cuenta con un río principal, el cual cuenta con una estación de control principal, a continuación se describen los cursos principales y los puntos de entrega a lo largo del río Vilcanota. En la cuenca de Urubamba cambia el nombre del río Vilcanota, por el de río Urubamba.

1.1 CUENCA VILCANOTA ALTO

Se encuentra en la parte sur de la cuenca principal, entre las coordenadas geográficas 70°57'40" y 71°15'17" longitud oeste y 14°14'21" y 14°30'00", latitud sur.

Su área se encuentra subdividida en ocho microcuencas y tiene un pendiente promedio del 1.8%.

La cuenca cuenta con dos estaciones meteorológicas. La Raya, instalada en 1973 y de Sicuani, instalada en el año 1964. La cuenca presenta marcadamente cuatro pisos térmicos con un rango de variación de temperaturas promedio entre los 12°C y los 6°C.

La Fisiografía es variada y accidentada, cuenta con una superficie glaciar localizada en las cotas superiores a los 4800 msnm, con áreas de origen Fluvioglaciar a partir de los 4300 msnm. Entre los 4700 y los 4200 msnm la zona es de superficie Puna, dividiéndose en Puna Montañosa, Meseta y Cordillera. Por debajo de los 4200 msnm existen los valles interandinos con granulometría de suelos heterogénea.

La cuenca presenta drenajes perpendiculares al afluente principal que es el Río Vilcanota Alto. Los cauces naturales no han sufrido modificaciones naturales, inclusive en la parte baja donde fluye la corriente principal se presentan pendientes moderadas a fuertes.

1.2 CUENCA HERCCA

Se encuentra en la parte sur de la cuenca principal, entre las coordenadas geográficas 70°58'53" y 71°23'03" longitud oeste y 14°38'46" y 14°07'07", latitud sur.

Su área se encuentra subdividida en cinco microcuencas y tiene un pendiente promedio del 1.67%.

La cuenca cuenta con dos estaciones meteorológicas. Langui, instalada en 1979 y Sicuani, instalada en el año de 1964. La cuenca presenta marcadamente cuatro pisos térmicos con un rango de variación de temperaturas promedio entre los 12°C y los 6°C.

La Fisiografía es variada y accidentada, cuenta con una superficie glaciar localizada en las cotas superiores a los 4800 msnm, con áreas de origen Fluvioglaciar a partir de los 4300 msnm. Entre los 4700 y los 4200 msnm. la zona es de superficie Puna, dividiéndose en Puna Montañosa, Meseta Extensa en la zona de la Laguna de Langui Layo y Quebrada hacia los 3800 msnm. Por debajo de los 4200 msnm existen los valles interandinos con granulometría de suelos heterogénea.

La cuenca presenta dos afluentes principales, que son los aportes de los ríos Jeruma y Payacchuma, luego estos confluyen con la laguna Langui-Layo, adonde ésta recibe aportes de numerosos cauces temporales perpendiculares, la descarga de la laguna forma el río Langui, para luego unirse con el río Hercca, formando el cauce principal de este, para finalmente entrar en la zona de la ciudad de Sicuani al río Vilcanota Alto, formando el río Vilcanota Bajo. Los cauces naturales no han sufrido modificaciones naturales, inclusive en la parte baja donde fluye la corriente principal, se presentan pendientes moderadas a fuertes.

1.3 CUENCA SALCCA

Se encuentra en la zona Sur-Este de la cuenca principal, entre las coordenadas geográficas 70°47'20" y 71°26'25" longitud oeste y 13°42'30" y 14°22'37", latitud sur.

Su área se encuentra subdividida en once subcuencas y tiene un pendiente promedio del 2.36%.

La cuenca cuenta con dos estaciones meteorológicas. Combapata, instalada en 1964 y Huancarane, instalada desde el año de 1981. La cuenca presenta marcadamente cuatro pisos térmicos con un rango de variación de temperaturas promedio entre los 12°C y los 6°C.

La Fisiografía es variada y accidentada, cuenta con una superficie glacial localizada en las cotas superiores a los 5200 msnm, con áreas de origen Fluvioglacial a partir de esta altitud. Entre los 4900 y los 4800 msnm la zona es de superficie Puna Plana, por debajo de esta altitud la zona es totalmente accidentada, presentando innumerables valles andinos con cauces temporales. La granulometría del suelo es totalmente heterogénea.

La cuenca presenta muchos afluentes entre lagunas y ríos. Los cauces naturales no han sufrido modificaciones naturales, inclusive en la parte baja donde fluye la corriente principal, se presentan pendientes moderadas a fuertes.

1.4 CUENCA PITUMARCA

Se encuentra en la zona Sur-Este de la cuenca principal, entre las coordenadas geográficas 71°03'45" y 71°27'20" longitud oeste y 13°44'53" y 14°10'33", latitud sur.

Su área se encuentra subdividida en cuatro subcuencas y tiene un pendiente promedio del 5.18%.

La cuenca cuenta con una estación hidrometeorológica. Combapata, instalada en 1964. La cuenca presenta marcadamente cuatro pisos térmicos con un rango de variación de temperaturas promedio entre los 12°C y los 6°C.

La Fisiografía es variada y accidentada, cuenta con una superficie glaciar localizada en las cotas superiores a los 5200 msnm, con áreas de origen Fluvioglaciar a partir de esta altitud. Entre los 4900 y los 4800 msnm la zona es de superficie Puna, por debajo de esta altitud la zona es totalmente accidentada, presentando innumerables valles andinos con cauces temporales. La granulometría del suelo es totalmente heterogénea.

La cuenca presenta muchos afluentes entre lagunas y ríos. Los cauces naturales no han sufrido modificaciones naturales, inclusive en la parte baja donde fluye la corriente principal, se presentan pendientes moderadas a fuertes.

1.5 CUENCA CHUQUICAHUANA

Se encuentra en la zona Sur-Oeste de la cuenca principal, entre las coordenadas geográficas 71°08'29" y 71°39'18" longitud oeste y 13°56'08" y 14°21'23", latitud sur.

Su área se encuentra subdividida en tres subcuencas y tiene un pendiente promedio del 0.39%.

La cuenca cuenta con dos estaciones meteorológica. Pomacanchi, instalada en 1986 y Combapata instalada en el año de 1964. La cuenca presenta marcadamente cuatro pisos térmicos con un rango de variación de temperaturas promedio entre los 12°C y los 6°C.

La Fisiografía es variada y accidentada, cuenta con una superficie glaciar localizada en las cotas superiores a los 4500 msnm, con áreas de origen Fluvioglaciar a partir de esta altitud. Entre los 4500 y los 4000 msnm la zona es de superficie Puna, con grandes extensiones planas, por debajo de esta altitud la zona es totalmente accidentada, presentando innumerables valles andinos con cauces temporales, hasta la altitud de los 3500 msnm, desde donde la zona es plana y amplia, para luego formar zonas bastante accidentadas. La granulometría del suelo es totalmente heterogénea.

La cuenca presenta marcadamente tres afluentes principales. Los cauces naturales no han sufrido modificaciones naturales, inclusive en la parte baja donde fluye la corriente principal, se presentan pendientes moderadas a fuertes.

1.6 CUENCA HUAMBTIO

Se encuentra en la zona Norte de la cuenca principal, entre las coordenadas geográficas 71°17'46" y 71°44'37" longitud oeste y 13°32'53" y 13°58'42", latitud sur.

Su área se encuentra subdividida en diez subcuencas y tiene un pendiente promedio del 0.60%.

La cuenca cuenta con dos estaciones meteorológicas, Urcos instalada en 1957 y Cay Cay, instalada en el año de 1981. La cuenca presenta tres pisos térmicos con un rango de variación de temperaturas promedio entre los 11.6°C y los 10.1°C.

La Fisiografía es variada y accidentada, cuenta con una superficie glaciar localizada en las cotas superiores a los 4500 msnm, con áreas de origen Fluvioglaciar a partir de esta altitud. Entre los 4500 y los 4000 msnm la zona es de superficie Puna, bastante accidentada, por debajo de esta altitud la zona es totalmente accidentada, presentando innumerables valles andinos con cauces temporales, hasta la altitud de los 3500 msnm, desde donde la zona es encañonada. La granulometría del suelo es totalmente heterogénea.

La cuenca presenta once afluentes principales. Los cauces naturales no han sufrido modificaciones naturales, inclusive en la parte baja donde fluye la corriente principal, se presentan pendientes moderadas a fuertes.

1.7 CUENCA HUATANAY

Se encuentra en la zona Noroeste de la cuenca principal, entre las coordenadas geográficas 71°41'57" y 72°01'12" longitud oeste y 13°06'41" y 13°42'56", latitud sur.

Su área se encuentra subdividida en diez microcuencas y tiene un pendiente promedio del 3.41%.

La cuenca cuenta con tres estaciones meteorológicas. Corpac instalada en 1945, Perayoc instalada en el año de 1953 y Kayra instalada en el año de

1931. La cuenca presenta tres pisos térmicos con un rango de variación de temperaturas promedio entre los 12°C y los 6°C.

La Fisiografía es variada y accidentada, cuenta con una superficie de cumbres localizada en las cotas superiores a los 4800 msnm, con áreas de origen Fluvioglaciario a partir de los 4300 msnm. Entre los 4000 y los 3500 msnm la zona es de superficie Puna, dividiéndose en Puna Montañosa, Meseta Extensa. Por debajo de los 3500 msnm existen los valles interandinos con granulometría de suelo heterogénea.

Los cauces naturales han sufrido modificaciones artificiales como son obras de encauzamiento y canalización.

1.8 CUENCA PISAQ

Se encuentra en la zona Noroeste de la cuenca principal, entre las coordenadas geográficas 71°38'09" y 72°00'00" longitud oeste y 13°18'42" y 13°34'40", latitud sur.

Su área se encuentra subdividida en cuatro subcuencas y tiene un pendiente promedio del 0.23%.

La cuenca cuenta con dos estaciones meteorológicas. Pisac instalada en 1964 y Caycay instalada en el año de 1981. La cuenca presenta cuatro pisos térmicos con un rango de variación de temperaturas promedio entre los 12°C y los 6°C.

La Fisiografía es variada y accidentada, cuenta con una superficie glaciario localizada en las cotas superiores a los 4800 msnm, con áreas de origen Fluvioglaciario a partir de esta altitud. Entre los 4800 y los 4500 msnm la zona es de superficie Puna, por debajo de esta altitud la zona es totalmente accidentada, presentando innumerables valles andinos con cauces temporales. La granulometría de suelo es totalmente heterogénea.

Los cauces naturales han sufrido algunas modificaciones artificiales, sobre todo en la parte baja de los cauces principales, como obras de protección ribereña.

1.9 CUENCA URUBAMBA

Se encuentra en la zona Norte de la cuenca principal, entre las coordenadas geográficas 71°51'05" y 72°12'45" longitud oeste y 13°12'30" y 13°29'30", latitud sur.

Su área se encuentra subdividida en nueve subcuencas y tiene un pendiente promedio del 0.178%.

La cuenca cuenta con cuatro estaciones meteorológicas. Chitapampa instalada en 1964, Calca instalada en el año de 1963, Urubamba instalada en el año de 1963 y Yucay instalada en el año de 1968. La cuenca presenta cuatro pisos térmicos con un rango de variación de temperaturas promedio entre los 16.9°C y los 11.1°C.

La Fisiografía es variada y accidentada, cuenta con una superficie glacial localizada en las cotas superiores a los 5000 msnm, con áreas de origen Fluvioglacial a partir de esta altitud. Entre los 5000 y los 4500 msnm la zona es de superficie Puna, por debajo de esta altitud la zona es totalmente accidentada, presentando innumerables valles andinos con cauces temporales. La granulometría de suelo es totalmente heterogénea.

Los cauces naturales no han sufrido modificaciones naturales o artificiales, por ser cauces definidos y profundos, inclusive en la parte baja donde fluye la corriente principal, se presentan pendientes moderadas a fuertes.

1.10 CUENCA DEL RIO HUAROCONDO

Se encuentra en la zona Norte de la cuenca principal, entre las coordenadas geográficas 72°00'00" y 72°22'40" longitud oeste y 13°16'24" y 13°30'30", latitud sur.

Su área se encuentra subdividida en cuatro subcuencas y tiene un pendiente promedio del 2.03%.

La cuenca cuenta con una estación hidrometeorológica. Anta instalada en 1964. La cuenca presenta tres pisos térmicos con un rango de variación de temperaturas promedio entre los 12°C y los 7.2°C.

La Fisiografía es predominantemente llana en su parte central, presentando en su contorno elevaciones naturales no muy prominentes, sin embargo en la parte baja esta se encuentra en un cañón bastante accidentado.

Los cauces naturales no han sufrido modificaciones naturales o artificiales, inclusive en la parte baja donde fluye la corriente principal, se presentan pendientes fuertes.

1.11 CUENCA DE MACHUPICCHU

Se encuentra en la zona Norte de la cuenca principal, entre las coordenadas geográficas 72°09'10" y 72°31'50" longitud oeste y 13°05'50" y 13°23'50", latitud sur.

Su área se encuentra subdividida en cinco subcuencas y tiene un pendiente promedio del 1.274%.

La cuenca no cuenta con estación hidrometeorológica, sólo con una estación linnimétrica. Lucumachayoc, instalada en 1958. La cuenca presenta cinco pisos térmicos con un rango de variación de temperaturas promedio entre los 11.6°C y los 10.1°C.

La Fisiografía es variada y accidentada, cuenta con una superficie glaciar localizada en las cotas superiores a los 4500 msnm con áreas de origen Fluvioglaciar a partir de esa altitud. Entre los 4500 y los 4000 msnm la zona es de superficie Puna, bastante accidentada, por debajo de esta altitud la zona es totalmente accidentada, presentando innumerables valles andinos con cauces temporales, hasta la altitud de los 3500 msnm, desde donde la zona es encañonada. La granulometría del suelo es totalmente heterogénea.

Por tratarse de una zona denominada como Parque arqueológico natural, los cauces naturales no han sufrido modificaciones naturales o artificiales donde fluye la corriente principal, se presentan pendientes moderadas a fuertes.

2. CLIMATOLOGIA

A continuación se presenta una descripción sucinta acerca de los principales parámetros climatológicos:

2.1 Temperatura

En el Perú las temperaturas tienen un comportamiento asociado particularmente con la altitud, obteniéndose un gradiente de temperatura de 0,8°C por cada 100 metros de desnivel.

La temperatura media anual en algunas zonas de interés se muestra en el Cuadro N° 7.

Cuadro N° 7
Temperatura media anual en algunos sectores
de la cuenca del río Vilcanota

Zona	Elevación (msnm)	Temperatura media (°C)
Huancarane	3 910	7.73
Tinquiña	4 256	4.94
Cayacpata	4 425	3.57
Sibinacocha	4 900	-0.26
Machupicchu	2 000	11.60

2.2 Humedad Relativa

La fluctuación estacional de la humedad es relativamente pequeña; en la estación Combapata ubicada a 3525 msnm el valor medio anual es de 57,7%, el valor medio máximo es de 71% y el mínimo de 40%, correspondiendo estos valores a los meses de Febrero y Setiembre respectivamente.

2.3 Evaporación

Para el estudio interesan especialmente los registros de evaporación correspondientes a alturas superiores a los 3900 msnm.

En la cuenca del río Vilcanota la estación más alta que registra evaporación es la estación de Sicuani, que se encuentra a una altitud de 3550 msnm. Debido a ello se ha tenido que recurrir a técnicas de correlación para verificar la posibilidad de extrapolar valores de evaporación a los puntos de interés del proyecto.

Para el análisis se ha considerado información de la cuenca del Vilcanota (Sicuani, Urcos, Kayra y Combapata), del Apurimac (Caylloma y Angostura), del Ramis (Pampahuata), del Colca (Sibayo y Pañe) y del Chili (Aguada Blanca). Los registros se muestran en el Anexo A.

Un resumen de las estaciones utilizadas y valores de evaporación total anual se muestra en el Cuadro N° 8

Cuadro N° 8
Relación de estaciones de evaporación

Estación	Altitud (msnm)	Evaporación (mm)	Instrumento
Combapata	3525	1657.4	Evaporímetro Piché
Sicuani	3550	1277.1	Evaporímetro Piché
Urcos	3149	1333.9	Evaporímetro Piché
Kayra	3219	944.7	Evaporímetro Piché
Pañe	4524	1301.0	Tanque Clase A
Pampahuata	4350	1417.4	Tanque Clase A
Caylloma	4320	1455.5	Tanque Clase A
Angostura	4155	1405.0	Tanque Clase A
Sibayo	3810	1588.0	Tanque Clase A
Aguada Blanca	3725	1739.0	Tanque Clase A

Como se puede observar los datos han sido obtenidos mediante evaporímetros tipo Piché y de tanque, notándose en el análisis respectivos que estos datos estadísticos arrojan diferencia entre los totales promedios anuales registrados por cada estación, indudablemente debido a las características de estos dos tipos de evaporímetros.

Los evaporímetros Piché están constituidos por un tubo graduado invertido de 2 a 3 cm. de diámetro, lleno de agua con una papel filtrante en su parte inferior. La superficie de evaporación en este caso del orden de 15 cm², es medida en mm como pérdida de agua en el tubo.

El evaporímetro de tanque es un recipiente con 1.219 metros de diámetro y profundidad 0.254 metros, la evaporación se mide obteniendo lecturas diarias descontando la precipitación obtenida.

Se desconoce porque en las estaciones de la cuenca del río Vilcanota se tiene registros menores de evaporación, en relación con la información de las cuencas vecinas. Por lo que se descarto la utilización de estos valores solamente utilizando la información de la estación Combapata.

Con los valores medios anuales homogéneos de la estación Combapata y de las cuencas vecinas, se analizó el comportamiento de la evaporación respecto a la altitud sobre el nivel del mar, obteniendo la siguiente relación:

$$E = 3075.4268 - 0.38596 H$$

$$R = 0.923$$

E = evaporación total anual en mm.

H = altitud en msnm.

R = coeficiente de correlación

En lo que se puede afirmar que para extrapolar valores para mayores altitudes, que la tendencia de la evaporación con la altitud es una disminución para mayores altitudes.

Para el embalse Sibinacocha que se ubica a una altitud de 4870 msnm aplicando la relación encontrada se obtiene una evaporación de 1195.80 mm.

Que se puede descomponer mensualmente utilizando la información de las estaciones Pampahuata, Angostura y Cailloma, para tener la evaporación en Sibinacocha que se muestra en el Cuadro N° 9.

Cuadro N° 9
Evaporación total mensual en el embalse Sibinacocha

Mes	Evaporación total (mm)
Enero	95.07
Febrero	85.50
Marzo	88.13
Abril	87.65
Mayo	88.73
Junio	79.64
Julio	85.38
Agosto	100.57
Setiembre	112.29
Octubre	130.22
Noviembre	129.03
Diciembre	113.60

En forma similar para la laguna Langui Layo, con una altitud de 4000 msnm, aplicando la ecuación se obtiene una evaporación total anual de 1531.6 mm, y sus valores mensuales se muestran en el Cuadro N° 10.

Cuadro N° 10
Evaporación total mensual en la laguna Langui Layo

Mes	Evaporación total (mm)
Enero	121.8
Febrero	109.5
Marzo	112.9
Abril	112.3
Mayo	113.6
Junio	102.0
Julio	109.4
Agosto	128.8
Setiembre	143.8
Octubre	166.8
Noviembre	165.3
Diciembre	145.5

2.4 Precipitación

Las lluvias en la cordillera, se originan parcialmente por las corrientes húmedas que suben desde el Pacífico y desde la Cuenca Amazónica.

Las corrientes húmedas de la Cuenca Amazónica son de mayor volumen que las del Pacífico, cuyo nivel de evaporación se encuentra en parte controlada por las peculiares condiciones de clima que genera la corriente marítima de Humboldt. Por este motivo las precipitaciones en la vertiente Atlántico son mayores que las del Pacífico.

Las precipitaciones por lo general, se presentan después del mediodía. En efecto el sol calienta por las mañanas masas de aire que suben hacia zonas más frías provocando la caída de lluvias.

Entre los 3500 y 4500 msnm, las precipitaciones pueden ser líquidas o sólidas. Para mayores altitudes la precipitación sólida se vuelve predominante. En el embalse Sibinacocha, ubicado a más de 4800 msnm, de acuerdo con las informaciones recabadas, las precipitaciones líquidas son prácticamente nulas.

Debe señalarse, que las precipitaciones de tipo sólido (granizo y nieve), las cuales también aportan un cierto porcentaje de escorrentía, especialmente en época de estiaje ya que los deshielos en esta área son muy abundantes por la amplia extensión que cubren los nevados. De esto, se deduce la necesidad de intensificar los estudios de Glaciología

mediante la instalación de nivómetros y pluviógrafos de registro mixto de precipitaciones líquidas y sólidas. Es decir, que para los fines del estudio del régimen de los caudales de los ríos, resulta muy importante estudiar con mayor detenimiento el régimen de precipitaciones sólidas y la intensidad de los deshielos tanto como el propio régimen de las precipitaciones pluviales.

Las mayores precipitaciones ocurren durante los meses de diciembre a marzo, siendo los meses de octubre, noviembre y abril meses de transición. La época seca corresponde al resto de año, esto es, entre los meses de mayo a setiembre.

Las estaciones pluviométricas seleccionadas para el presente análisis se encuentran ubicadas en la cuenca de los ríos Vilcanota, Apurímac, Ramis e Inambari. En la cuenca del Vilcanota, que es la de mayor interés para el proyecto, las estaciones meteorológicas, salvo pocas excepciones, presentan registros de lluvias a partir de los años 1963-1964. La única estación con registros con extensión superior a los 50 años es la estación de Chuquibambilla ubicada en la cuenca del Ramis.

Los registros históricos de las estaciones pluviométricas se muestran en el anexo A.

Los datos fueron obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y EGEMSA. La información pluviométrica contiene precipitaciones totales mensuales.

En el Cuadro N° 11 se presenta la relación de estaciones pluviométricas seleccionadas para el presente estudio.

Cuadro N° 11
Relación de estaciones Pluviométricas

Estación	Latitud	Longitud	Altitud msnm.
Sicuni	14°17'	71°13'	3550
Combapata	14°06'	71°26'	3474
Caycay	13°36'	71°42'	3100
Kayra	13°34'	71°54'	3219
Chitapampa	13°32'	71°55'	3298
Cusco	13°32'	71°54'	3399
Pisac	13°26'	71°51'	2971
Anta	13°28'	72°09'	3435
Zutire	13°28'	72°16'	3391
Urcos	13°42'	71°38'	3419
Ccatcca	13°37'	71°34'	3700
Colquepata	13°22'	71°41'	3650
Paucartambo	13°16'	71°37'	2830
Macusani(*)	14°02'	70°26'	4250

(*) Cuenca del río San Gabán

La consistencia de la información fue analizada mediante técnicas de análisis por doble masa.

El análisis de doble masa permitió además descartar los datos de las estaciones de Caycay y Pisac por no ser coherentes con los registros de estaciones vecinas.

Adicionalmente se procedió a completar los valores de cada estación, a través de las estaciones que presentaban mejores coeficientes de correlaciones; para ello se utilizó el programa HEC-04 del Cuerpo de Ingenieros de EE.UU.

Los valores de precipitación media anual estimados para algunos puntos de interés se observa en el Cuadro N°12.

Cuadro N° 12
Precipitación media anual en algunos sectores
de la cuenca del río Vilcanota

Zona	Precipitación media anual (mm)
Km 105	1100
Pisac	811
Huancarane	859
Tinquiña	1020
Cayacpata	1030
Sibinacocha	1057
Langui Layo	900
C.H. Hercca	900
Subcuenca Vilcanota Alto	824
Subcuenca Hercca	904
Subcuenca Salcca	892
Subcuenca Pitumarca	871
Subcuenca Chuquicahuana	770
Subcuenca Huambutío	768
Subcuenca Huatanay	738
Subcuenca Písaq	734
Subcuenca Urubamba	698
Subcuenca Huarcoondo	804
Subcuenca Machupicchu	1178

3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HIDROMETRICA

Este análisis incluye la verificación de las descargas disponibles en la C.H. Machupicchu, el embalse Sibinacocha y la laguna Langui Layo.

3.1 Estaciones de Aforos

En la cuenca del río Vilcanota se cuenta con 5 estaciones hidrométricas, cuyas características principales se muestra en el Cuadro N° 13.

Cuadro N° 13
Relación de estaciones hidrométricas

Estación	Río	Altitud msnm	Cuenca km²	Operador
Km 105	Vilcanota	2069	9160	EGEMSA
Pisac	Vilcanota	2971	6911	SENAMHI
Huancarane	Salcca	3910	2035	EGEMSA
Sibinacocha	Sibina	4870	137	EGEMSA
Pte. Acco	Acco	3900	305	EGEMSA

La **estación km 105** controla el caudal disponible en la central Machupicchu con un período disponible desde 1958 hasta la fecha; está ubicada en un tramo recto y estable del río, junto al campamento del personal que opera las obras de toma de la central. Es del tipo limnimétrico y se toma las lecturas dos veces al día.

En el año 1996 el Consultor S&Z realizó un estudio por encargo de EGEMSA para analizar y corregir la información de los registros de caudales del río Vilcanota de los años 1958 hasta 1996.

La **estación Pisac** es limnigráfica y se ubica cerca al pueblo de Pisac, sus registros históricos fueron obtenidos del Senamhi y se muestra en el Anexo A.

La **estación Huancarane** es limnigráfica, ubicada en el río Salcca aguas abajo de la confluencia de éste con el río Acco, perteneció a Electroperú y en el año 1994 su administración pasó a EGEMSA que continúa llevando su control. La información histórica se muestra en el Anexo A.

La **estación Sibinacocha** se ubica en la descarga de la laguna del mismo nombre, hasta el año 1993 Electroperú llevaba el control pero con muchas interrupciones; luego pasó el control a cargo de EGEMSA, en el año 1996 se construyó el embalse del mismo nombre y se reporta la información de la operación del embalse. La información histórica de volúmenes almacenados, niveles y descargas se muestra en el Anexo A.

3.2 Análisis de la Información

Estación Km 105

Como se menciona anteriormente, en el Informe de la firma Consultora S&Z se concluye que se debe corregir la información histórica en el período de 1970 hasta 1996, considerando que los caudales en la época de estiaje estuvieron subestimados, ya que no se realizó controles periódicos de la estación, arrastrando el error por muchos años. La consultora se basó en una serie de aforos realizados en el año 1996 para contrastar la curva de aforos vigente y que daban como resultado del contraste, valores de caudales subestimados por la curva de aforos.

Para obtener los caudales naturales en la central Machupicchu hasta el año 1996 se considera la estadística de la estación km 105 y para los años 1997 al 2002 se debe corregir por el efecto de la regulación del embalse Sibinacocha con la siguiente relación:

$$QN_{Machupicchu} = QH_{Km105} - QR_{Sibinacocha} + QN_{Sibinacocha}$$

QR = Caudal regulado, en m³/s.

QN = Caudal natural, en m³/s.

QH = Caudal histórico, en m³/s.

Estación Pisac.

En el proceso de naturalización, es importante tener los caudales naturales en la estación Pisac. Desde 1997 a la fecha la naturalización se hará con la siguiente expresión:

$$QN_{Pisac} = QH_{Pisac} - QR_{Sibinacocha} + QN_{Sibinacocha}$$

Pero como la información histórica de la estación Pisac no es completa, el período sin información será estimada en base a los caudales naturales en la estación km105 ($QN_{Machupicchu}$), mediante la relación siguiente:

$$QN_{Pisac} = 1.50 QN_{Machupicchu}^{0.79}$$

Estación Huancarane

Se investigó hallar una relación matemática para completar los registros de Huancarane, correlacionando los períodos históricos comunes y debidamente consistenciados de la estación Pisac y Huancarane, así se obtuvo:

$$Q_{Huancarane} = -0.39801 + 0.43595Q_{Pisac}$$
$$R = 0.90$$

Se verificó también la bondad de la información obtenida, haciendo un contraste con la precipitación media en la cuenca, mediante el análisis de doble masa entre los volúmenes descargados por el río Salcca hasta Huancarane expresado en lamina de agua versus la precipitación en la cuenca del Salcca, apreciándose que mantiene una línea recta y no presenta ninguna incongruencia.

Estación Sibinacocha

Para determinar las descargas naturales medias mensuales en Sibinacocha tienen dos fases: antes que se construya el embalse y después de la construcción del embalse.

En la primera fase se estimaron mediante correlaciones con la estación Huancarane mientras que en la segunda fase se reconstruyeron los caudales naturales mediante la ecuación de naturalización que involucra información de precipitación, evaporación, descarga de salida por el embalse, volúmenes almacenados.

$$Q_n = Q_s + \frac{(V_i - V_{i-1})}{\Delta t} + \left(\frac{A_i + A_{i-1}}{2}\right)\left(\frac{CE - P}{\Delta t}\right) + Q_f$$

donde:

Q_n = Caudal natural, en m³/s.

Q_s = Caudal de salida, en m³/s.

V_i = Volumen almacenado en tiempo i, en hm³.

V_{i-1} = Volumen almacenado en el tiempo i-1, en hm³.

A_i = Area del espejo de agua, en el tiempo i, en km².

A_{i-1} = Area del espejo de agua, en el tiempo i-1, en km².

C = Coeficiente de tanque.

E = Evaporación medida en tanque evaporímetro, en m.

P = Precipitación sobre el espejo de agua, en m.

Q_f = Caudal perdido por filtración, en m³/s.

La evaporación medida en un tanque evaporímetro o en un Piché no es la misma que se produce en el espejo del reservorio, en éste es menor, por lo tanto es necesario un factor de corrección menor que la unidad. Por la altitud donde está ubicada la laguna Sibinacocha, el agua superficial del tanque evaporímetro se escarcha o congela, esto frena la evaporación; investigaciones en el Perú recomiendan un factor adicional de 1.20. Por lo tanto el factor correctivo total es 0.96 que se usará en el presente balance.

Las descargas medias mensuales en el embalse Sibinacocha se obtuvieron, tomando como base los caudales mensuales en la estación Huancarane desde 1965 hasta 1995 y mediante relación obtenida por correlación para el período común obteniéndose una expresión polinómica .

$$Q_{Sibinacocha} = 0,1026Q_{Huancarane} - 0,0071Q_{Huancarane}^2 + 0,0000089Q_{Huancarane}^3$$
$$R = 0,944$$

Mediante la expresión anterior se obtuvo la estadística mensual de la estación Sibinacocha desde 1965 a 1995.

Para el período 1996-2000 se hizo mediante la ecuación de naturalización, aunque hay que señalar que solamente se contaba con registros de caudales descargados por el embalse de los años 1999 y 2002.

Para los valores no disponibles se asumió la hipótesis que el embalse no descargaba, esto se baso que revisando los registros de volúmenes almacenados en esos años el nivel del embalse ha estado por debajo de su capacidad máxima, y solamente descargaba cuando disminuía el volumen embalsado.

A estos valores, en el caso que no descargaba, se le agrego la descarga de $0.15 \text{ m}^3/\text{s}$, que es el caudal que necesita la minicentral hidroeléctrica para dar energía al campamento y otras instalaciones del embalse.

Laguna Langui Layo y C. H. Hercca

Las áreas de interés en la subcuenca del río Hercca son las siguientes:

- Area de la cuenca en el punto de captación de la C.H. Hercca;
 $A_H = 548 \text{ km}^2$
- Area de la cuenca de la laguna Langui Layo en el punto de su desembocadura;
 $A_{\text{CUENCA LANGUI LAYO}} = 448 \text{ km}^2$.
- Area de la laguna Langui Layo en el punto de su desembocadura;
 $A_{\text{LAG}} = 52 \text{ km}^2$

Las descargas medias mensuales en la zona de captación de la C.H. Hercca se han determinado en base a la información disponible de la serie de caudales de la estación Huancarane, mediante la siguiente relación:

$$Q_{\text{Hercca}} = Q_{\text{Huancarane}} * \frac{P_{\text{Hercca}}}{P_{\text{Huancarane}}} * \frac{A_{\text{Hercca}}}{A_{\text{Huancarane}}} = 0,282$$

Donde:

Q_{HERCCA} Serie de Caudales medios en la captación de la C.H. Hercca

$Q_{\text{HUANCARANE}}$ Serie de Caudales medios mensual en la estación Huancarane

P_{HERCCA} 900 mm/año; Precipitación media anual en la cuenca en el punto de captación de la C.H. Hercca.

A_{HERCCA} 548 km²; Area de la cuenca en el punto de captación de la C.H. Hercca

$P_{\text{HUANCARANE}}$ 859 mm/año; Precipitación media anual en la cuenca del río Salcca en la Estación Huancarane.

$A_{\text{HUANCARANE}}$ 2,035 km²; Area de la cuenca del río Salcca en la Estación Huancarane.

$$Q_{\text{Langui..Layo}} = Q_{\text{Huancarane}} * \frac{P_{\text{Langui..Layo}}}{P_{\text{Huancarane}}} * \frac{A_{\text{Langui..Layo}}}{A_{\text{Huancarane}}} = 0,2306$$

La serie generada de los caudales medios mensuales (período 38 años) en el punto de captación de la C.H. Hercca se presenta en el Anexo A

La serie generada de los caudales medios mensuales en el punto del desagüe de la laguna Langui Layo se presenta en el Anexo A y se utiliza la relación anterior solamente cambia el área hasta la laguna Langui Layo igual a 448 km².

Los caudales incrementales se calculan con las siguientes expresiones:

$$Q_{Inc.Hercca} = QN_{Langui.Layo} - QN_{Hercca}$$

$$Q_{Inc.Machupicchu} = QN_{Machupicchu} - QN_{Sibinacocha} - QN_{Hercca}$$

4. DEMANDA DE AGUA

Las demandas de agua de uso consuntivo de la cuenca del río Vilcanota, está conformada por el sector agrícola, y se produce cerca del embalse Sibinacocha, específicamente es una derivación aprovechando la altura del embalse y generando energía eléctrica para el campamento luego esa agua se utiliza para fines de riego.

Demanda Poblacional

El sistema actual de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Cusco se sirve del recurso hídrico de una serie de lagunas y pozos de agua subterránea y no afectan la escorrentía natural del río Vilcanota.

Demanda Minera

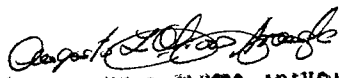
No existe este tipo de demanda en la cuenca del río Vilcanota.

Demanda Agrícola

La demanda agrícola está determinada por el requerimiento de agua para la minicentral hidroeléctrica de Sibinacocha que abastece de energía para el campamento de EGEMSA en Sibinacocha y es una derivación hacia el lado izquierdo del embalse luego esta agua es aprovechada para fines agrícolas, aunque en la visita realizada se apreció que el uso que se le da es mínimo, y su mayor uso es para la minicentral que trabaja en forma continua, se cálculo un caudal de $0.15 \text{ m}^3/\text{s}$ de acuerdo a la potencia de la minicentral.

5. REFERENCIAS

1. Estudio de Análisis y Corrección de Información de los Registros de Caudales del Río Vilcanota de los años 1958 a 1996. S&Z – Abril 1997.
2. Estudio de Factibilidad C.H. Quishuarani – Anexo Hidrología. Asociación CHIQUIMO – 1986.
3. La Cuenca del Vilcanota en el Sistema Amazónico – EGEMSA - 1997.


AUGUSTO ZACARIAS OLIVOS ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 11196

ANEXO A
FORMATOS DE PRESENTACION DE
LA INFORMACION HIDROLOGICA

FORMATO 1
INFORMACION BASICA PARA LA NATURALIZACION
EMBALSE SIBINACOCHA.

CUADRO N° 1: CAUDALES (m3/s) REGULADOS EN EL EMBALSE SIBINACCOCHA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
1996	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,243	1,415	2,210	2,998	0,321	0,150	0,150	0,69
1997	0,150	0,150	0,150	0,150	0,075	0,374	1,139	3,599	5,941	0,355	0,150	0,150	1,03
1998	0,150	0,150	0,150	1,941	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	8,353	0,291	0,99
1999	8,323	10,000	6,903	10,000	8,065	0,120	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	3,69
2000	0,150	0,150	3,230	8,000	5,903	0,916	0,167	0,200	0,200	0,284	0,265	0,150	1,63
2001	0,150	0,150	3,465	4,167	0,000	0,000	0,090	2,971	0,500	0,500	0,500	0,500	1,08
2002	2,878	7,860	1,834	2,517	1,270	5,590	1,448	1,823	17,692	4,871	6,317	5,513	4,97
PROM.	1,707	2,659	2,269	3,846	2,230	1,056	0,651	1,586	3,947	0,947	2,269	0,986	2,013

FUENTE: EMPRESA GENERACION MACHU PICCHU S.A

CUADRO N° 2: VOLUMEN ALMACENADI (MMC) EMBALSE SIBINACCOCHA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
T(ES s)	2,6784	2,4192	2,6784	2,592	2,6784	2,592	2,6784	2,6784	2,592	2,6784	2,592	2,6784
1996	12,490	23,120	30,050	35,910	37,450	36,820	33,030	27,110	19,340	18,480	24,400	35,940
1997	46,350	57,620	71,610	74,860	74,660	73,690	70,640	61,000	45,600	44,650	52,500	63,510
1998	74,920	92,460	95,880	90,850	91,810	95,240	97,510	99,490	104,260	108,050	86,400	85,620
1999	114,100	110,110	108,020	92,970	76,720	75,690	74,000	73,230	74,140	76,520	80,300	92,590
2000	104,970	116,030	110,560	92,070	77,090	73,210	71,610	71,210	71,640	74,380	77,060	83,490
2001	103,350	114,400	117,810	114,550	112,710	111,000	110,000	102,800	103,500	106,290	112,000	116,620
2002	118,683	121,821	119,173	116,383	113,806	111,590	111,353	110,999	86,138	93,491	100,865	109,083
PROM.	82,123	90,794	93,300	88,228	83,464	82,463	81,163	77,977	72,088	74,552	76,218	83,836

FUENTE: EMPRESA GENERACION MACHU PICCHU S.A

CUADRO N° 3: AREA DE LA SUPERFICIE LIBRE (KM2) EMBALSE SIBINACCOCHA

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1996	26,76	27,08	27,29	27,46	27,50	27,48	27,37	27,20	26,97	26,94	27,12	27,46
1997	27,76	28,07	28,45	28,54	28,54	28,51	28,43	28,16	27,73	27,71	27,93	28,23
1998	28,54	29,01	29,10	28,97	29,00	29,09	29,15	29,20	29,32	29,42	28,85	28,83
1999	29,58	29,48	29,42	29,03	28,59	28,56	28,52	28,50	28,52	28,59	28,69	29,02
2000	29,34	29,63	29,49	29,00	28,60	28,50	28,45	28,44	28,46	28,53	28,60	28,77
2001	29,30	29,59	29,68	29,59	29,54	29,50	29,47	29,28	29,30	29,38	29,53	29,65
2002	29,70	29,78	29,71	29,64	29,57	29,51	29,51	29,50	28,84	29,04	29,23	29,45
PROM.	28,712	28,949	29,020	28,890	28,763	28,736	28,700	28,613	28,450	28,515	28,564	28,772

CUADRO N° 4: PRECIPITACION (MM) ESTACION SIBINACCOCHA

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1996	94,8	134,4	107,1	61,7	29,3	0,0	2,0	18,6	14,7	28,9	134,9	132,8	759,2
1997	141,3	218,6	43,9	14,6	15,9	0,1	0,1	10,1	10,8	55,4	68,2	134,4	713,4
1998	93,1	151,5	109,4	20,7	7,7	5,3	1,1	3,4	2,0	16,2	22,3	49,2	481,9
1999	114,7	182,3	136,9	75,8	24,7	0,0	0,4	13,0	39,9	109,8	62,0	142,6	902,1
2000	107,9	160,0	112,8	9,7	5,7	0,9	0,1	2,3	16,7	29,2	26,7	93,9	565,9
2001	235,4	173,5	245,9	22,4	9,8	1,3	0,7	9,5	16,8	47,9	62,8	110,6	938,6
2002	185,7	220,0	161,0	66,6	3,1	5,6	24,0	9,1	48,8	58,6	51,4	131,7	965,6
PROM.	139,0	177,2	131,0	38,8	13,7	1,9	4,1	9,4	21,4	49,4	61,2	113,6	760,7

CUADRO N° 5: EVAPORACION (MM) ESTACION SIBINACOCCHA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1996	95,1	85,5	88,1	87,7	88,7	79,6	85,4	100,6	112,3	130,2	129,0	113,6	1195,8
1997	95,1	85,5	88,1	87,7	88,7	79,6	85,4	100,6	112,3	130,2	129,0	113,6	1195,8
1998	95,1	85,5	88,1	87,7	88,7	79,6	85,4	100,6	112,3	130,2	129,0	113,6	1195,8
1999	95,1	85,5	88,1	87,7	88,7	79,6	85,4	100,6	112,3	130,2	129,0	113,6	1195,8
2000	95,1	85,5	88,1	87,7	88,7	79,6	85,4	100,6	112,3	130,2	129,0	113,6	1195,8
2001	95,1	85,5	88,1	87,7	88,7	79,6	85,4	100,6	112,3	130,2	129,0	113,6	1195,8
2002	95,1	85,5	88,1	87,7	88,7	79,6	85,4	100,6	112,3	130,2	129,0	113,6	1195,8
PROM.	95,1	85,5	88,1	87,7	88,7	79,6	85,4	100,6	112,3	130,2	129,0	113,6	1195,8

CUADRO N° 6: CAUDALES INFILTRADOS EN EL EMBALSE SIBINACOCCHA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1996	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
1997	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
1998	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
1999	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
2000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
2001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
2002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
PROM.	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

CUADRO N° 7: DESCARGAS (m³/s) DE INGRESO AL EMBALSE SIBINACOCHA

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
1996	4,797	3,963	2,510	2,649	1,299	0,812	0,820	0,795	0,974	0,968	2,320	4,218	2,177
1997	3,522	3,234	5,804	2,169	0,739	0,841	0,871	0,914	1,047	0,721	3,777	3,996	2,303
1998	4,392	6,576	1,159	0,712	1,348	2,272	1,878	1,905	3,186	2,759	1,143	0,646	2,331
1999	18,702	7,128	5,549	4,289	2,649	0,567	0,389	0,753	1,249	1,202	2,293	4,378	4,096
2000	4,592	3,773	0,878	1,707	1,166	0,252	0,441	1,053	1,367	2,327	2,371	2,714	1,887
2001	6,003	3,606	2,954	3,616	0,146	0,198	0,612	1,239	1,799	2,387	3,398	2,209	2,347
2002	2,603	7,463	0,000	1,642	1,216	5,543	2,000	2,655	8,765	8,335	9,977	8,335	4,878
PROM.	6,37	5,11	2,69	2,40	1,22	1,50	1,00	1,33	2,63	2,67	3,61	3,79	2,86

FORMATO 2
CAUDALES MEDIOS MENSUALES HISTORICOS