

在する。この相関関係は前述の GNP/Capita と成長率の間の関係と同様に世界各国に共通なものではないが Fig-Ⅱ.1.5 に示すように相関関係を等しくする幾つかのグループに分類することができる。1975年時点の Peru 共和国の GNP/Capita と kWh/Capita をこの図上にプロットして傾向線を引くと世界の平均をやや下廻っていることが確認される。

以上の想定結果から得られた kWh/Capita と Peru 共和国で予想されている将来人口を乗じ求めた結果は下記のとおりである。(Table - Ⅱ. 1. 3 参照)

Table - Ⅱ. 1. 2 に MEM により想定された電力需要と Macroscopic Method によって想定された電力需要を示すが要約すると下記のようなになる。

Demand Forecast						
Year	by MEM (A)		by JICA (B)		(A)/(B)	
	Energy	Power	Energy	Power	Energy	Power
	(GWh)	(MW)	(GWh)	(MW)	(%)	(%)
1985	19,105.8	3,368.1	15,810.3	2,776.7	120.8	121.3
1990	26,048.5	4,569.8	23,289.7	4,090.2	111.8	111.7
1995	35,556.6	6,172.9	33,533.9	5,889.3	106.0	104.8
2000	48,680.0	8,433.7	48,621.8	8,539.1	100.1	98.8

1977年から2000年間の最大電力および電力量に関しては、Table - Ⅱ. 1. 2 に示すように概略一致している。前記より MEM の電力需要想定は妥当であるといえる。

1.2.4 中央-北部連けい系統内の主な需要地

中央-北部系統が全て連けいされる1985年における中央-北部系統内の主な需要地および電力需要は下記に示すとおりである。

地	域	電力需要 (MW)
L I M A		
Lima - Callao		1,107
Paramonga		43
亜鉛精練所		60
I C A		
HIERRO PERU		78
CENTROMIN		
CENTROMIN の既設備		163
"	の計 画	69

AYACUCHO	
Cobriza	25
ANCASH-LA LIBERTAD	
Peru 製鉄公社	145
(SIDER PERU)	
Trujillo 工業地帯	16
ANTANINA	48
TRUPAL	17
CAJAMARCA	
Michiquillay	40
LAMBAYEQUE	
パルプ工業計画	21
PIURA	
Bayovar 総合開発	136

Fig.-II.1.1 SERVICE AREA

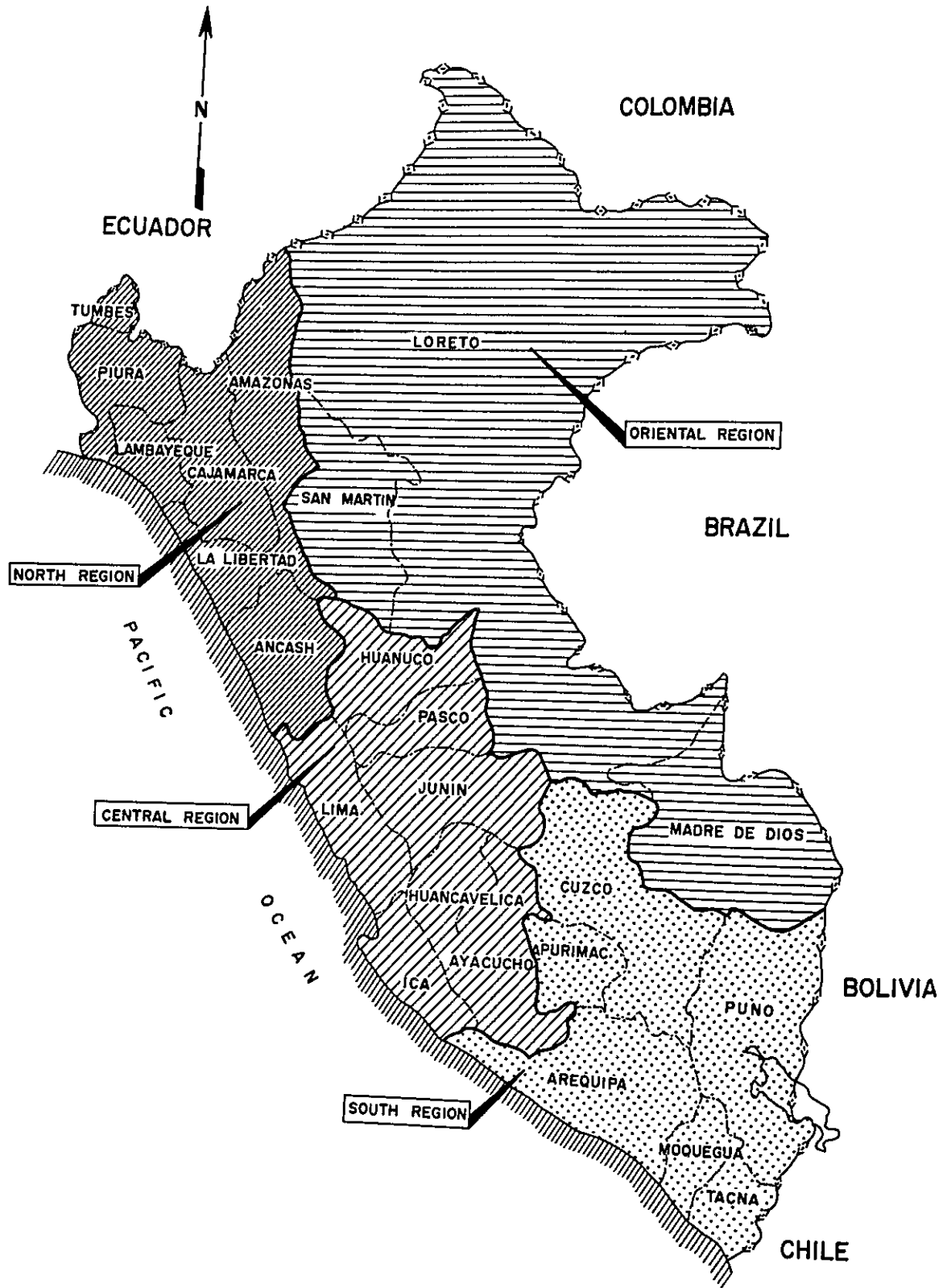
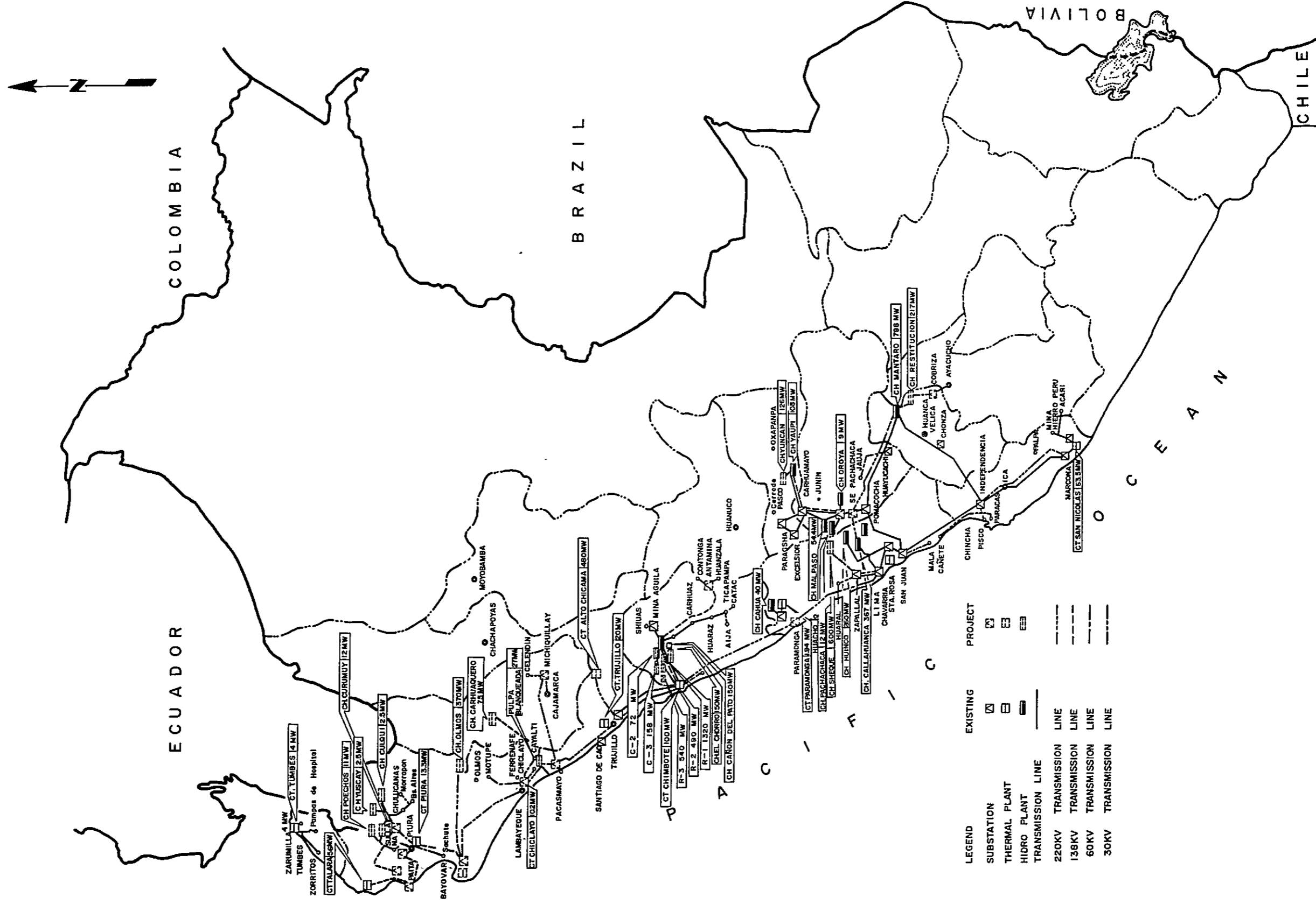


Fig-II.1.2 LOCATION MAP OF PROPOSED POWER STATIONS AND INTERCONNECTED TRANSMISSION LINES



1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

Fig.-II.1.3

Forecast of the Power Demand
National and Central - North System

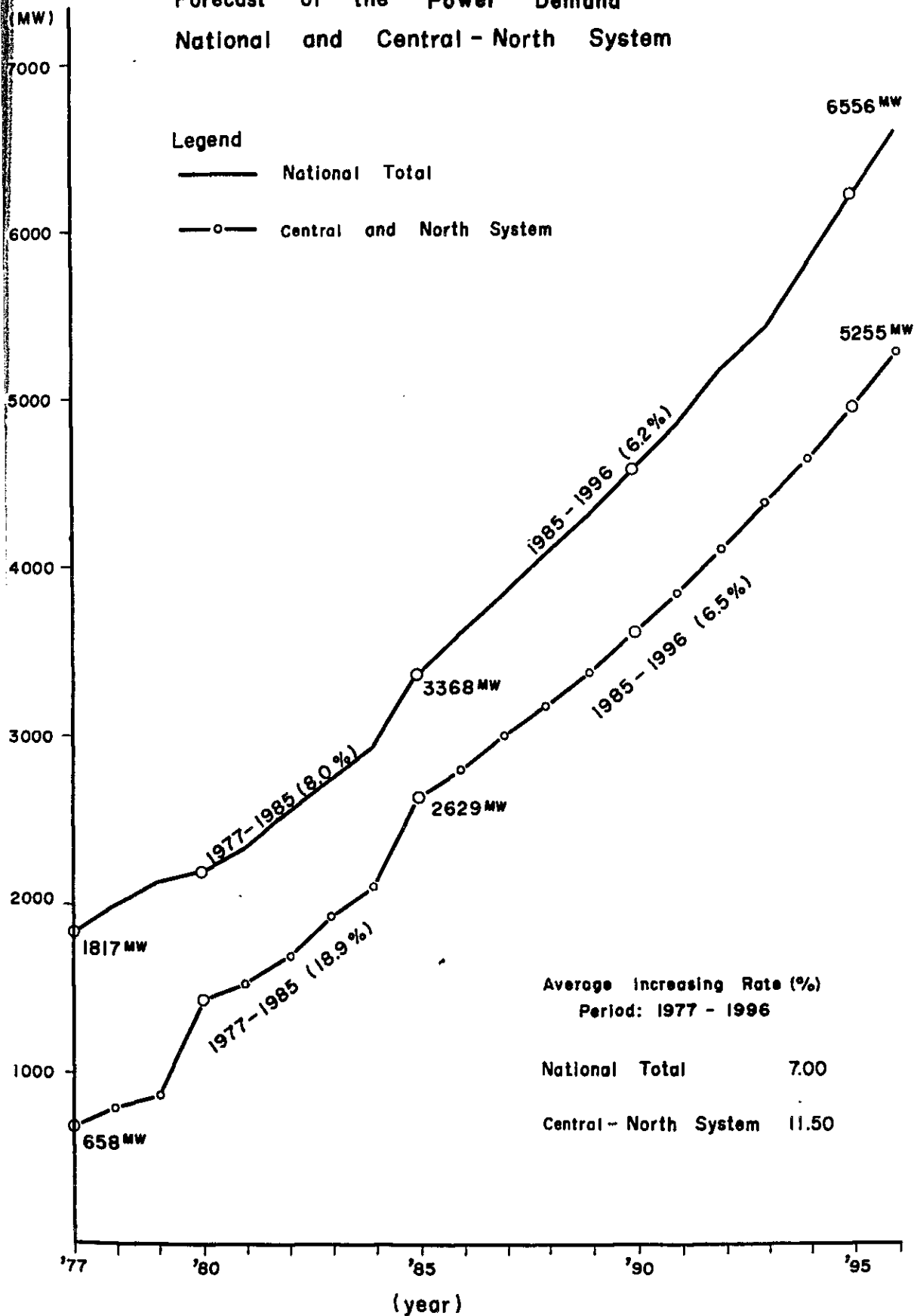
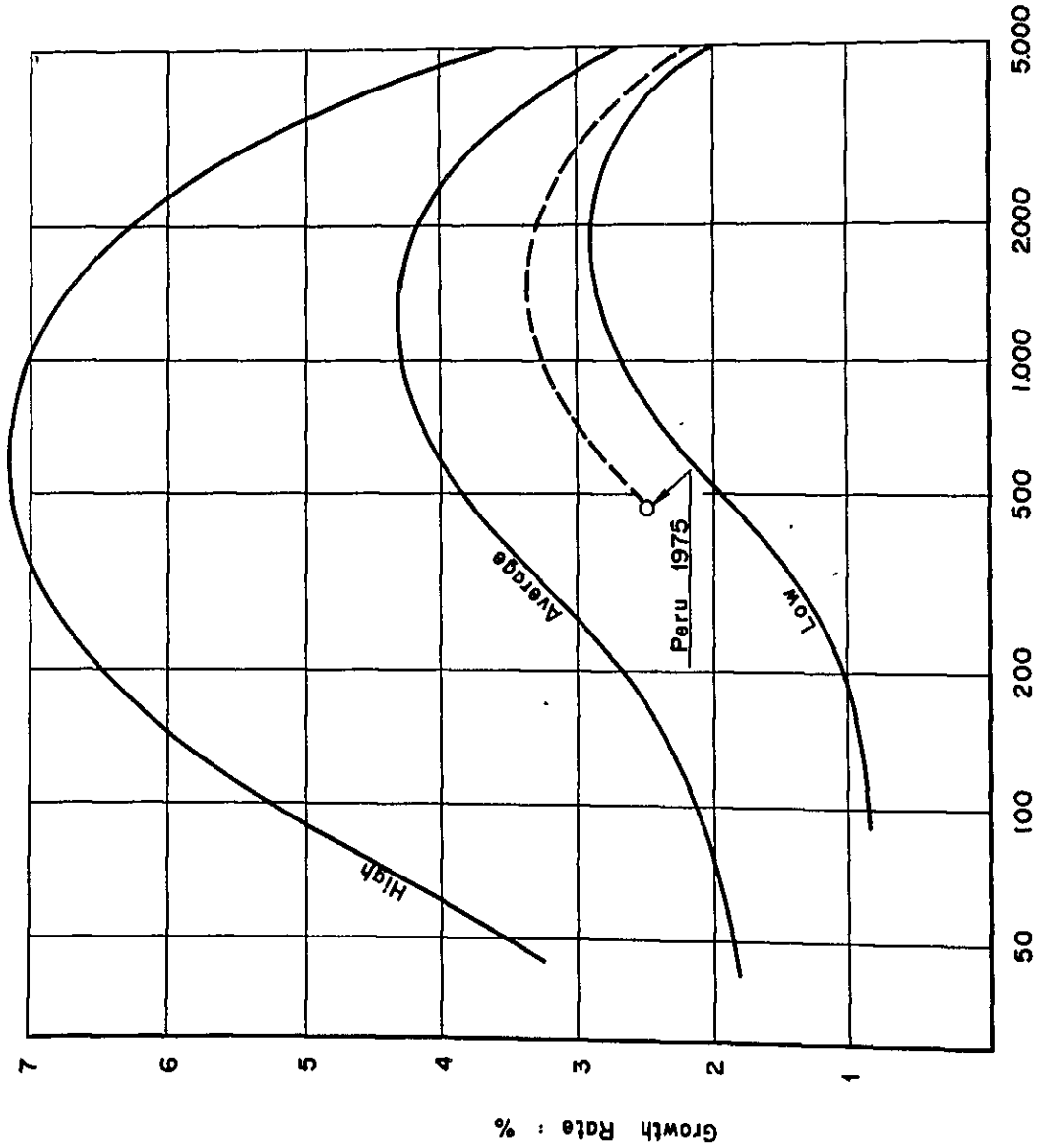


Fig.-II.1.4 Correlation between Per Capita GNP and its Growth Rate



| GNP/Capita (US \$) | Growth rate (%) | Average growth rate% |
|--------------------|-----------------|----------------------|
| 466 | 2.50 | |
| 500 | 2.56 | 2.53 |
| 600 | 2.80 | 2.68 |
| 700 | 2.96 | 2.88 |
| 800 | 3.10 | 3.03 |
| 900 | 3.20 | 3.15 |
| 1000 | 3.26 | 3.23 |
| 1500 | 3.37 | 3.32 |
| 2000 | 3.30 | 3.34 |
| 3000 | 3.00 | 3.15 |

Per Capita GNP : US\$ Price (Constant Price : Year 1968)

Fig.-II.1.5 Correlation between Per Capita GNP and Per Capita Electricity Production

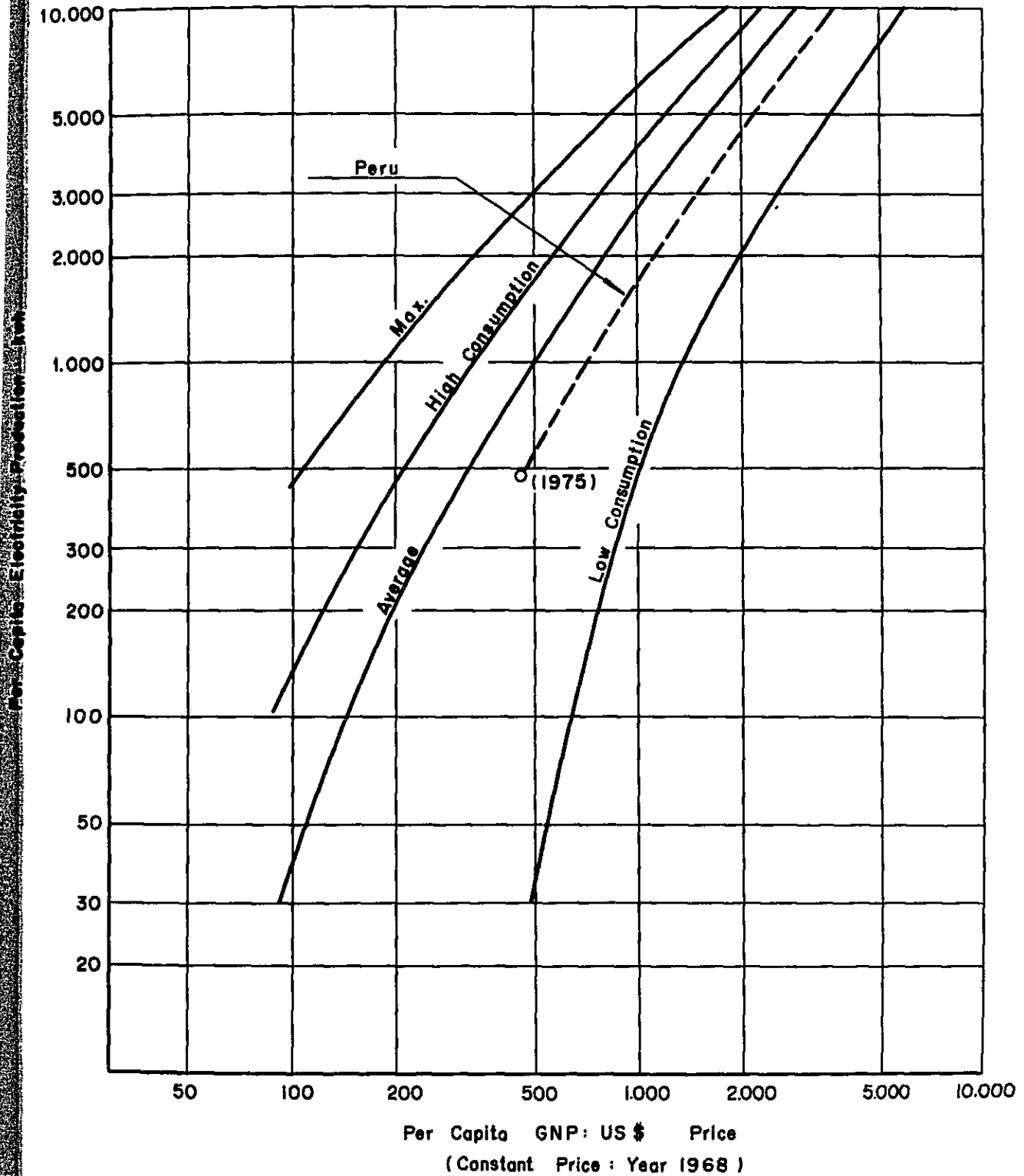


Table -II.1.1 (1) Interconnected System of Central and North Region
Consumption of Energy (MWh), (Period 1978~2000)

| | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Lima Sector | 3,878,219 | 4,172,163 | 5,273,385 | 5,600,860 | 6,013,843 | 6,391,866 | 6,797,401 | 7,232,366 | 7,797,029 | 8,406,176 | 9,056,987 | 9,710,721 | 10,455,595 | 11,135,208 | 11,858,996 | 12,629,830 | 13,450,768 | 14,325,067 | 15,256,196 | 16,247,848 | 17,303,958 | 18,428,715 | 19,626,581 |
| Ica Sector | 498,339 | 510,844 | 551,288 | 607,012 | 625,823 | 641,884 | 662,133 | 678,783 | 723,346 | 769,075 | 819,396 | 853,970 | 909,698 | 968,828 | 1,031,802 | 1,098,869 | 1,170,296 | 1,246,365 | 1,327,379 | 1,413,658 | 1,505,546 | 1,603,406 | 1,707,628 |
| Junin Sector | 51,543 | 55,466 | 62,358 | 66,647 | 71,240 | 76,073 | 81,102 | 86,545 | 103,340 | 22,140 | 142,267 | 158,126 | 180,823 | 192,576 | 205,094 | 218,425 | 232,623 | 247,743 | 263,846 | 280,996 | 299,261 | 318,713 | 339,430 |
| Centromin Sector | - | - | 1,479,113 | 1,569,063 | 1,759,783 | 1,801,761 | 1,996,998 | 2,029,758 | 2,089,844 | 2,164,795 | 2,237,348 | 2,475,161 | 2,552,183 | 2,718,075 | 2,894,750 | 3,082,908 | 3,283,297 | 3,496,712 | 3,723,998 | 3,966,058 | 4,223,851 | 4,498,402 | 4,790,798 |
| Valle Chanchamayo Sector | - | - | - | - | 23,041 | 23,341 | 23,671 | 24,028 | 27,975 | 32,471 | 37,292 | 40,541 | 45,906 | 48,890 | 52,068 | 55,452 | 59,057 | 62,895 | 66,983 | 71,337 | 75,974 | 80,913 | 86,172 |
| Ayacucho Sector | - | - | 104,838 | 198,924 | 211,816 | 212,870 | 214,006 | 215,226 | 227,275 | 241,058 | 255,801 | 265,815 | 282,170 | 300,511 | 320,044 | 340,847 | 363,002 | 386,597 | 411,726 | 438,488 | 466,990 | 497,344 | 529,672 |
| Huancavelica Sector | - | - | - | - | 97,388 | 100,949 | 104,639 | 108,462 | 128,859 | 151,434 | 175,484 | 191,454 | 217,774 | 231,929 | 247,005 | 263,060 | 280,159 | 298,369 | 317,763 | 338,418 | 360,415 | 383,842 | 408,792 |
| Ancash-La Libertad Sector | - | - | 899,908 | 928,702 | 1,680,782 | 2,006,694 | 2,038,504 | 2,150,135 | 2,234,531 | 2,328,022 | 2,428,770 | 2,508,518 | 2,623,382 | 2,793,902 | 2,975,605 | 3,168,913 | 3,374,893 | 3,594,261 | 3,827,887 | 4,076,700 | 4,341,686 | 4,623,895 | 4,924,448 |
| Cajamarca Sector | - | - | - | - | - | - | 306,654 | 310,571 | 321,008 | 331,345 | 342,469 | 350,551 | 362,987 | 6,386,581 | 411,709 | 438,470 | 466,971 | 497,324 | 529,650 | 564,077 | 600,742 | 639,790 | 181,376 |
| Lambayeque Sector | - | - | - | - | - | - | 453,070 | 473,141 | 526,924 | 576,463 | 629,588 | 667,220 | 728,234 | 775,569 | 825,981 | 879,670 | 936,849 | 997,744 | 1,062,597 | 1,131,666 | 1,205,224 | 1,283,563 | 1,366,095 |
| Piura Sector (1) | - | - | - | - | - | - | 779,680 | 1,670,914 | 1,751,013 | 1,839,889 | 1,936,211 | 2,011,590 | 2,121,251 | 2,259,132 | 2,405,976 | 2,562,364 | 2,728,918 | 2,906,297 | 3,095,207 | 3,296,395 | 3,510,661 | 3,738,854 | 3,981,879 |
| Tumbes Sector | - | - | - | - | - | - | - | - | 22,479 | 27,740 | 33,384 | 37,504 | 43,794 | 46,641 | 49,672 | 52,901 | 56,340 | 60,002 | 63,902 | 68,055 | 72,479 | 77,190 | 82,207 |
| Sub Total | 4,428,101 | 4,738,473 | 8,370,890 | 8,971,208 | 10,483,716 | 11,255,438 | 13,457,858 | 14,979,929 | 15,953,623 | 16,990,608 | 18,094,997 | 19,271,171 | 20,523,797 | 21,587,842 | 23,278,602 | 24,791,709 | 26,403,173 | 28,119,376 | 29,947,134 | 31,893,696 | 33,966,787 | 36,174,627 | 38,525,978 |
| Loss (2) | 136,952 | 146,552 | 258,894 | 277,460 | 324,239 | 348,107 | 415,851 | 463,296 | 493,311 | 525,483 | 559,639 | 586,016 | 634,757 | 676,015 | 719,956 | 766,753 | 816,592 | 869,670 | 926,199 | 986,402 | 1,050,518 | 1,118,802 | 1,191,523 |
| System Total | 4,565,053 | 4,885,025 | 8,629,784 | 9,248,668 | 10,807,955 | 11,603,545 | 13,873,709 | 15,443,225 | 16,447,034 | 17,516,091 | 18,654,636 | 19,867,187 | 21,158,554 | 22,533,857 | 23,998,558 | 25,558,462 | 27,219,765 | 28,989,046 | 30,873,333 | 32,880,098 | 35,017,305 | 37,293,429 | 39,717,501 |

(1) Only Bayovar's load is considered in the value of 1984 and Remaining load of Piura is also included since 1985.

(2) By interconnection of system (3.0 % of System Total)

Table -II.1.1 (2) Interconnected System of Central and North Region
Maximum Demand of Power (kW), (Period 1978~2000)

| | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|---------------------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Lima Sector | 687,636 | 739,641 | 902,517 | 960,378 | 1,038,584 | 1,105,212 | 1,176,627 | 1,253,300 | 1,372,750 | 1,479,192 | 1,592,982 | 1,709,004 | 1,840,225 | 1,959,840 | 2,087,229 | 2,222,899 | 2,367,381 | 2,521,267 | 2,685,160 | 2,859,684 | 3,045,564 | 3,243,525 | 3,454,355 |
| Ica Sector | 86,187 | 88,685 | 96,698 | 120,730 | 126,001 | 129,201 | 133,931 | 137,325 | 153,466 | 161,988 | 171,203 | 178,487 | 189,020 | 201,306 | 214,391 | 228,327 | 243,168 | 258,974 | 275,807 | 293,735 | 312,827 | 333,161 | 354,816 |
| Junin Sector | 13,503 | 14,475 | 16,923 | 17,933 | 18,994 | 20,087 | 21,156 | 22,300 | 27,899 | 31,384 | 35,045 | 38,270 | 42,543 | 45,308 | 48,253 | 51,390 | 54,730 | 58,288 | 62,076 | 66,111 | 70,408 | 74,985 | 79,859 |
| Centromin Sector | - | - | 193,004 | 206,231 | 233,431 | 239,869 | 262,934 | 267,012 | 285,245 | 295,797 | 306,904 | 338,491 | 350,705 | 373,501 | 397,778 | 423,634 | 451,170 | 480,496 | 511,728 | 544,991 | 580,415 | 618,142 | 658,321 |
| Valle Chanchamayo Sector | - | - | - | - | 5,268 | 5,409 | 5,560 | 5,725 | 7,324 | 8,217 | 9,158 | 9,939 | 11,056 | 11,775 | 12,540 | 13,355 | 14,223 | 15,148 | 16,132 | 17,180 | 18,298 | 19,487 | 20,753 |
| Ayacucho Sector | - | - | 25,000 | 25,000 | 28,900 | 29,204 | 29,528 | 29,878 | 34,558 | 37,066 | 39,699 | 41,829 | 44,936 | 47,857 | 50,967 | 54,280 | 50,809 | 61,566 | 65,568 | 69,850 | 74,369 | 79,203 | 84,351 |
| Huancavelica Sector | - | - | - | - | 15,054 | 15,622 | 16,212 | 16,823 | 24,432 | 28,227 | 32,191 | 35,257 | 39,890 | 42,483 | 45,244 | 48,185 | 51,317 | 54,652 | 58,805 | 61,989 | 66,018 | 70,309 | 74,879 |
| Ancash-La Libertad Sector | - | - | 181,321 | 188,096 | 327,827 | 388,784 | 404,923 | 421,622 | 452,200 | 471,516 | 492,183 | 510,850 | 529,892 | 564,335 | 601,017 | 640,083 | 681,688 | 725,998 | 773,188 | 823,445 | 876,969 | 933,972 | 994,680 |
| Cajamarca Sector | - | - | - | - | - | - | 47,023 | 49,246 | 52,973 | 55,208 | 57,583 | 59,668 | 62,450 | 66,510 | 70,832 | 75,436 | 80,340 | 85,562 | 91,123 | 97,046 | 103,354 | 110,073 | 117,227 |
| Lambayeque Sector | - | - | - | - | - | - | 83,002 | 87,035 | 104,838 | 113,924 | 123,515 | 131,481 | 143,481 | 152,807 | 162,740 | 173,318 | 184,583 | 196,581 | 209,359 | 222,968 | 237,460 | 252,895 | 269,333 |
| Piura Sector | - | - | - | - | - | - | 116,769 | 251,365 | 276,823 | 290,942 | 305,894 | 318,511 | 336,204 | 358,057 | 381,331 | 406,117 | 432,515 | 460,629 | 490,569 | 522,456 | 556,416 | 592,583 | 631,101 |
| Tumbes Sector | - | - | - | - | - | - | - | - | 7,041 | 8,033 | 9,903 | 11,098 | 12,251 | 13,047 | 13,895 | 14,798 | 15,760 | 16,785 | 17,876 | 19,038 | 20,275 | 21,593 | 22,997 |
| System Total | 787,326 | 842,801 | 1,415,463 | 1,518,368 | 1,794,065 | 1,933,388 | 2,297,674 | 2,541,631 | 2,799,549 | 2,981,494 | 3,176,160 | 3,382,885 | 3,602,653 | 3,836,826 | 4,086,217 | 4,351,822 | 4,627,690 | 4,935,946 | 5,256,781 | 5,598,493 | 5,962,373 | 6,349,928 | 6,762,672 |

Vertical text or markings along the left edge of the page, possibly bleed-through from the reverse side.

)

1

Table- II.1.2 National Power Demand Forecast by Macroscopic Method

| Year | Prediction from data of MEM (A) | | | Prediction by Macroscopic Method (B) | | | Relation between (A) and (B) | |
|--------------|---------------------------------|------------|-----------------|--------------------------------------|------------|-----------------|------------------------------|-----------|
| | Energy (GWh) | Power (MW) | Load Factor (%) | Energy (GWh) | Power (MW) | Load Factor (%) | Energy (%) | Power (%) |
| 1977 | 9,492.8 | 1,817.0 | 59.6 | 8,731.9 | 1,533.5 | 65.0 | 108.7 | 118.5 |
| 1978 | 11,070.4 | 2,052.0 | 61.6 | 9,430.5 | 1,656.2 | 65.0 | 117.4 | 123.9 |
| 1979 | 12,081.8 | 2,160.1 | 63.8 | 10,184.9 | 1,788.7 | 65.0 | 118.6 | 120.7 |
| 1980 | 13,068.7 | 2,181.8 | 68.2 | 10,994.0 | 1,930.8 | 65.0 | 118.9 | 113.0 |
| 1981 | 13,683.4 | 2,342.1 | 66.7 | 11,818.6 | 2,075.6 | 65.0 | 115.8 | 112.8 |
| 1982 | 14,569.9 | 2,542.6 | 65.4 | 12,704.9 | 2,231.3 | 65.0 | 114.7 | 114.0 |
| 1983 | 15,665.5 | 2,735.4 | 65.4 | 13,657.8 | 2,398.6 | 65.0 | 114.7 | 114.0 |
| 1984 | 16,814.8 | 2,969.6 | 64.5 | 14,682.1 | 2,578.5 | 65.0 | 114.5 | 115.2 |
| 1985 | 19,105.8 | 3,368.1 | 64.8 | 15,810.3 | 2,776.7 | 65.0 | 120.8 | 121.3 |
| 1986 | 20,351.5 | 3,593.2 | 64.7 | 17,090.9 | 3,001.6 | 65.0 | 119,1 | 119.7 |
| 1987 | 21,613.0 | 3,815.8 | 64.7 | 18,475.3 | 3,244.7 | 65.0 | 117.0 | 117.6 |
| 1988 | 23,000.5 | 4,052.1 | 64.6 | 19,971.8 | 3,507.5 | 65.0 | 115.2 | 115.5 |
| 1989 | 24,477.0 | 4,303.2 | 64.9 | 21,589.5 | 3,791.6 | 65.0 | 113.4 | 113.5 |
| 1990 | 26,048.5 | 4,569.8 | 65.1 | 23,289.7 | 4,090.2 | 65.0 | 111.8 | 111.7 |
| 1991 | 27,720.5 | 4,853.0 | 65.2 | 25,059.7 | 4,401.1 | 65.0 | 110.6 | 110.3 |
| 1992 | 29,500.8 | 5,153.8 | 65.3 | 26,964.3 | 4,735.6 | 65.0 | 109.4 | 108.8 |
| 1993 | 31,395.1 | 5,473.2 | 65.5 | 29,013.5 | 5,095.5 | 65.0 | 108.2 | 107.4 |
| 1994 | 33,411.1 | 5,812.6 | 65.6 | 31,218.6 | 5,482.7 | 65.0 | 107.0 | 106.0 |
| 1995 | 35,556.6 | 6,172.9 | 65.8 | 33,533.9 | 5,889.3 | 65.0 | 106.0 | 104.8 |
| 1996 | 37,840.1 | 6,555.7 | 65.9 | 36,116.0 | 6,342.8 | 65.0 | 104.8 | 103.4 |
| 1997 | 40,299.7 | 6,981.8 | 65.9 | 38,896.9 | 6,831.2 | 65.0 | 103.6 | 102.2 |
| 1998 | 42,919.2 | 7,435.6 | 65.9 | 41,892.0 | 7,357.2 | 65.0 | 102.5 | 101.1 |
| 1999 | 45,708.9 | 7,919.0 | 65.9 | 45,117.7 | 7,923.7 | 65.0 | 101.3 | 99.9 |
| 2000 | 48,680.0 | 8,433.7 | 65.9 | 48,621.8 | 8,539.1 | 65.0 | 100.1 | 98.8 |
| Increase (%) | 7.4 | 6.9 | | 7.8 | 7.8 | | | |



第 2 章 需給バランス

2.1 kW バランス

kW バランスの検討対象年度は、Santa 河流域において開発計画中の全ての発電所を考慮して 1978年から2000年までの23ケ年間とした。この間のMEMにおける新規計画中の発電所は、Table - II. 2. 1 (1)(2)に示されているが、この発電所の中で投入計画の確実性の薄いものについては投入時期を若干遅らせるか、または、除きC発電計画の投入時期を優先させることとした。

また、R発電計画の投入時期は調査および建設に17ケ年を要するものとして1995年以降とした。

2.2 kWh バランス

年間発電電力量は今回入手した既設および計画中の水力発電所の資料を基にして算定した。火力発電所については水力発電所による総発電電力量の年間需要電力量に対する不足分について発電補給するものとした。

2.3 需給バランスの検討結果

MEMにおいて策定した1990年までの投入計画に対して下記の点を調整し変更した。

- (1) Alto Chicama 石炭火力発電所 (480MW) は現在、ELECTROPERUで調査計画中であるが現時点では具体化されておらず、この計画では1983年および1985年に各々198MWの火力発電所がLima 市近郊に建設されるものとし、その名称をTV-FA-1, TV-FA-2とした。Alto Chicama 石炭火力発電所がMEMの計画通り投入されたとしてもSanta 河計画には大きな変更は生じない。
- (2) Mantaro 導水計画は現時点では未だデフィニット・スタディが開始されておらず2年遅れとした。

前記(1), (2)を考慮して、1978年から2000年までの需給バランスの検討した結果をTable - II. 2. 2.(1)~(3), Fig- II. 2. 1.(1)(2), Fig- II. 2. 2 (1)~(23)に示すがその内容について下記に述べる。

- (i) 1990年まではMEM策定の発電所投入計画を推進すべきである。Alto Chicama 火力発電所の実現性がない場合には、早急に代替火力発電計画を検討する必要がある。
- (ii) 1991年以降についてはR-1 発電所が投入されるまでの間に電力不足を生ずるのでQuit-aracsca, Fortareza 発電計画、およびHuinco 発電所の増設、その他有効な水力地点の調査を進め1992年から1994年までに700MWの電源開発を必要とする。

1995年から2000年まではR発電計画を投入すれば需給バランス上問題は生じない。

Fig.-II.2.1 (I) Demand and Supply Balance in Central and North System
1978 - 1990

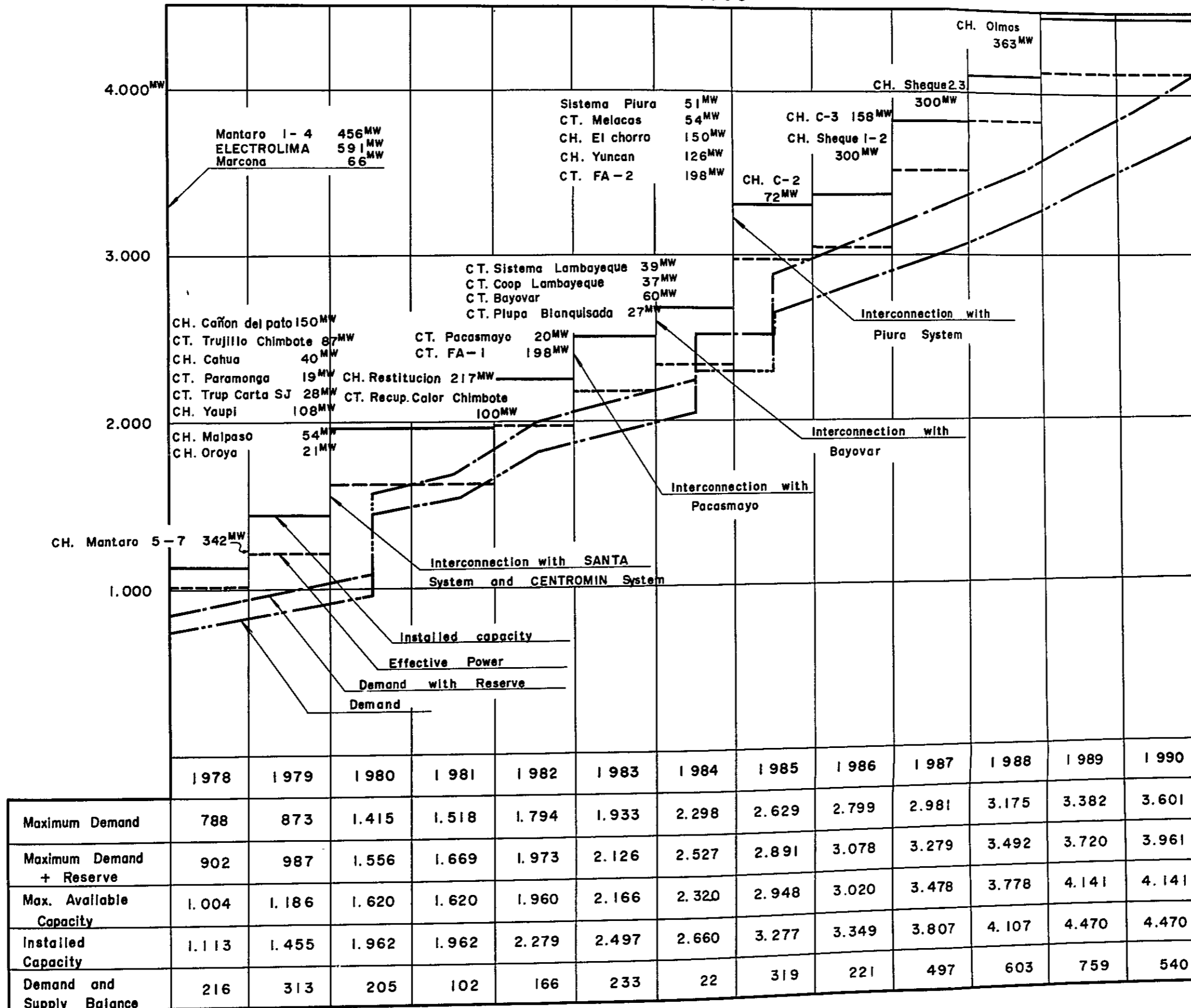


Fig.- II.2.1(2) Demand and Supply Balance in Central and North System
1991 - 2000

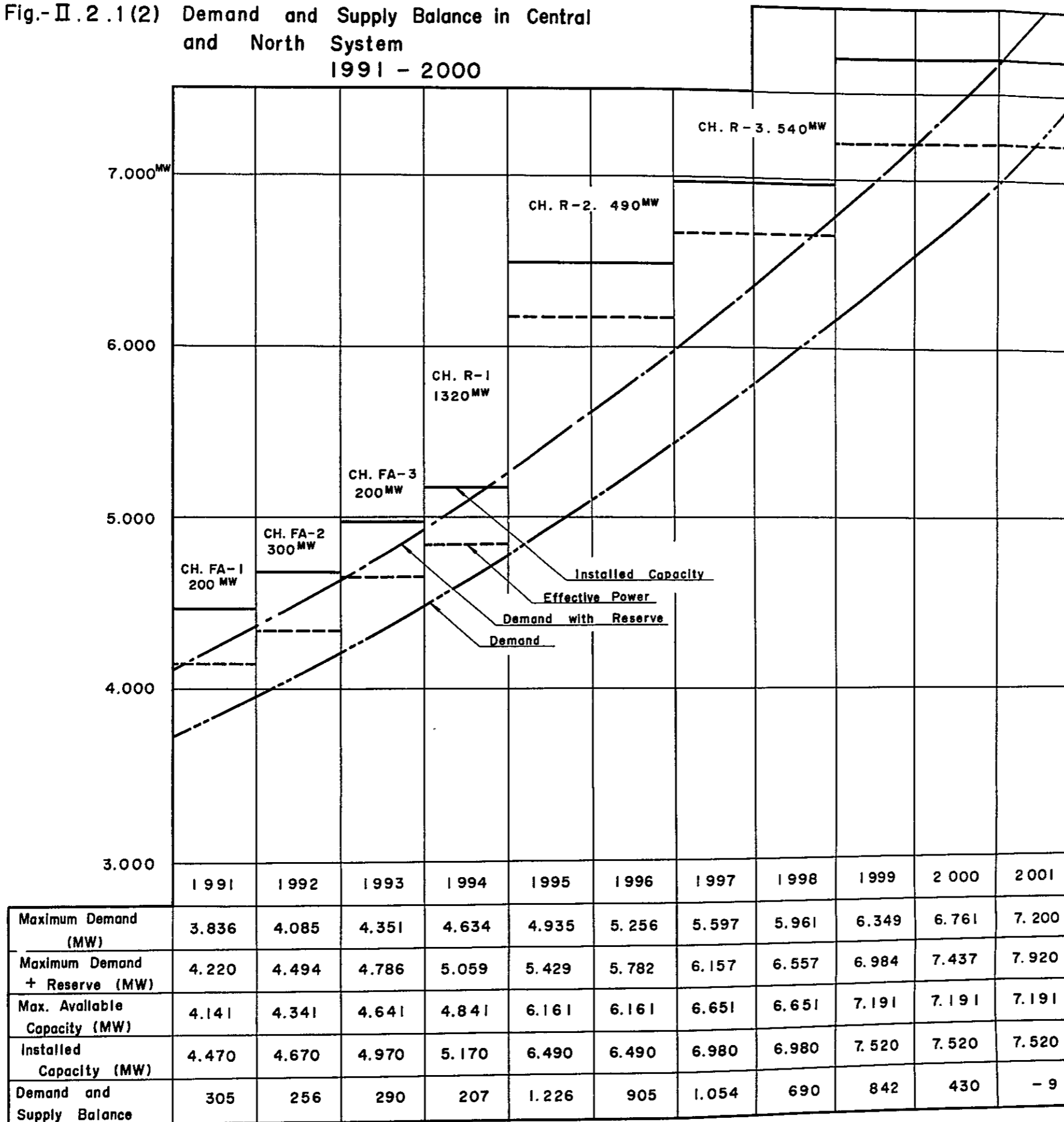
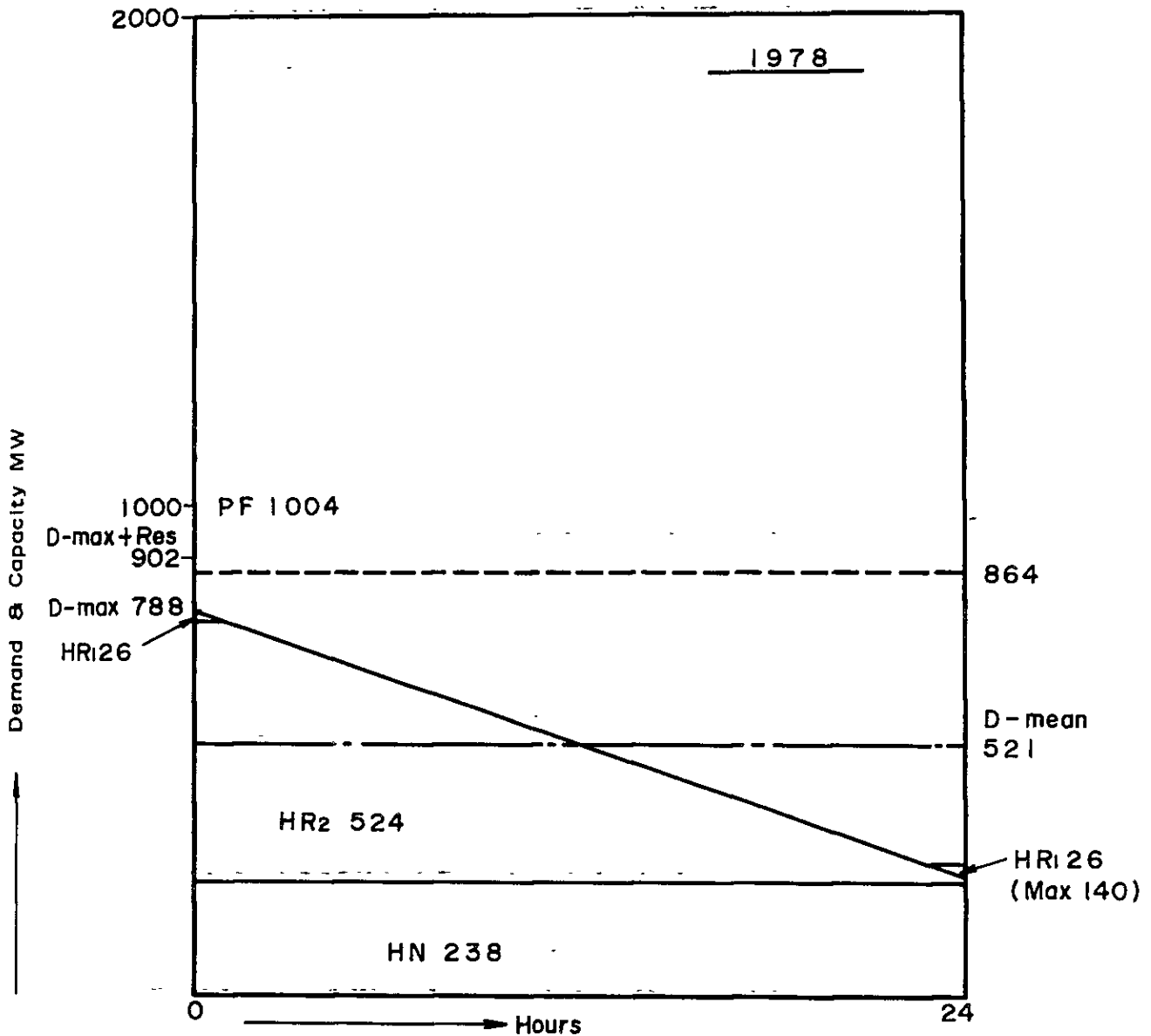
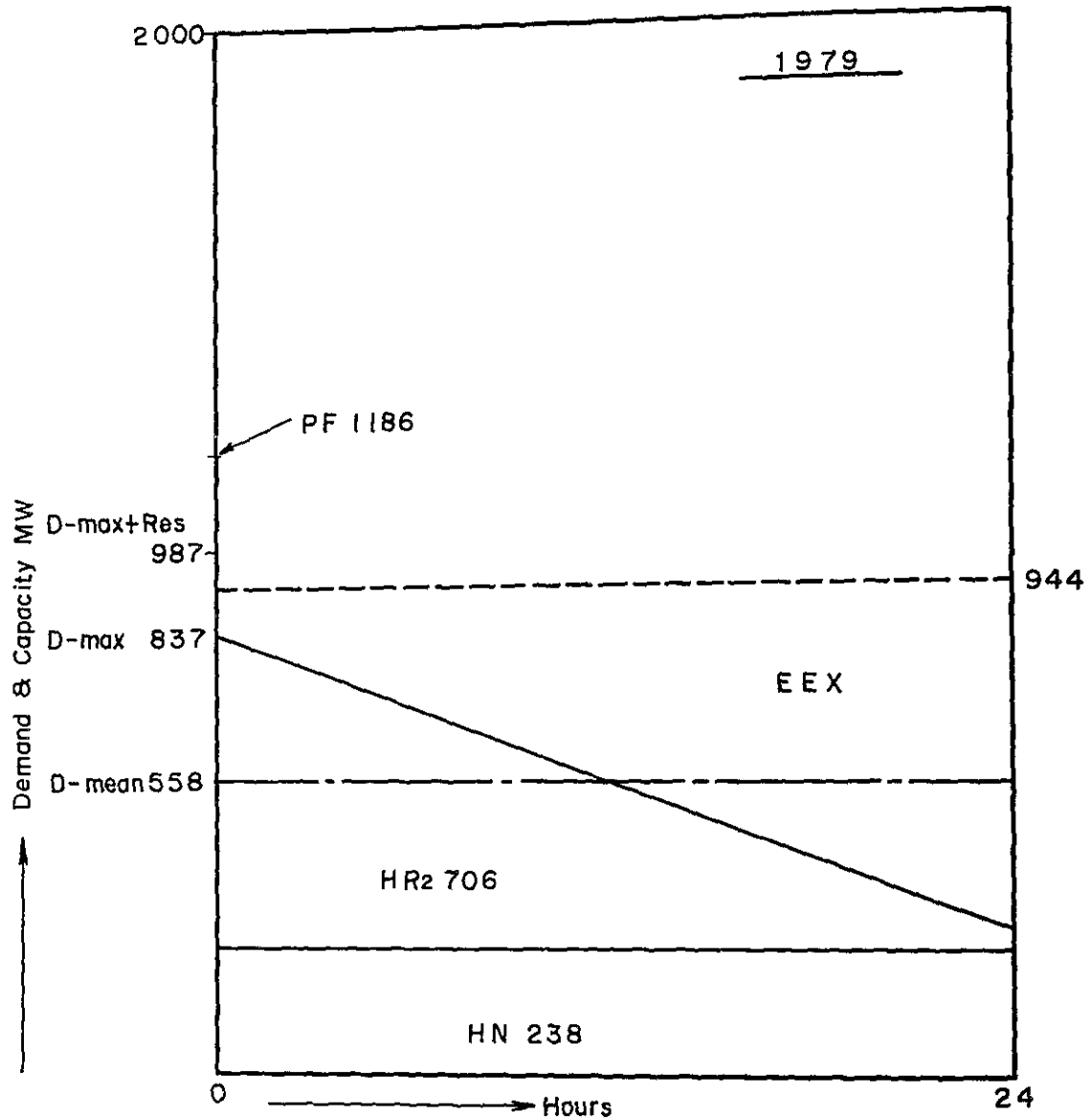


Fig. I.2.2(1)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



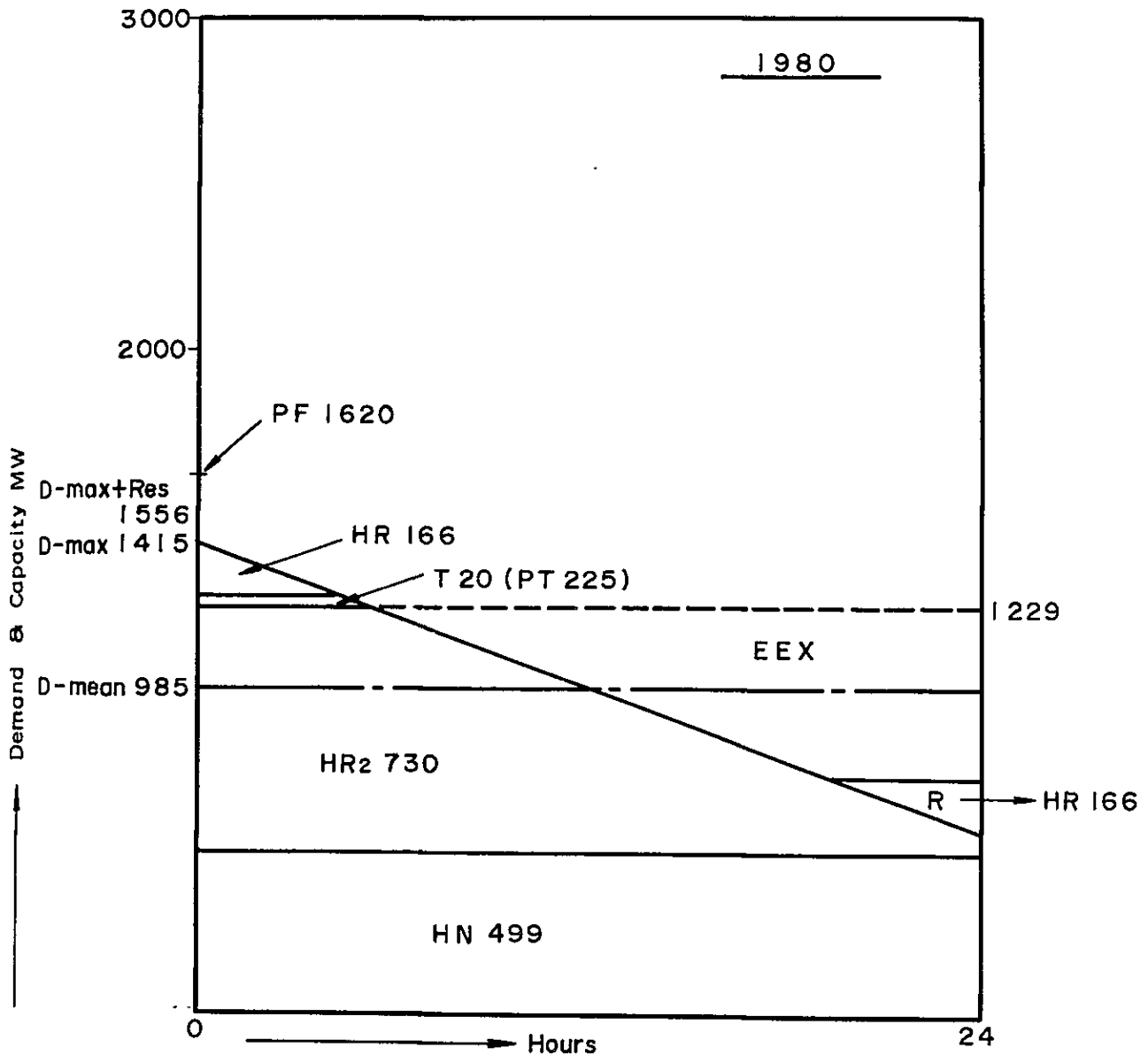
- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
: (Maximum Available Capacity)-(HR-2)
- T. : Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T : Available Power of Thermal Power Plant
- EEX : Excess Energy of HR 2
- D-max. : Maximum Demand
- D-mean. : Mean Demand
- P.F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power

Fig.II.2.2(2)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



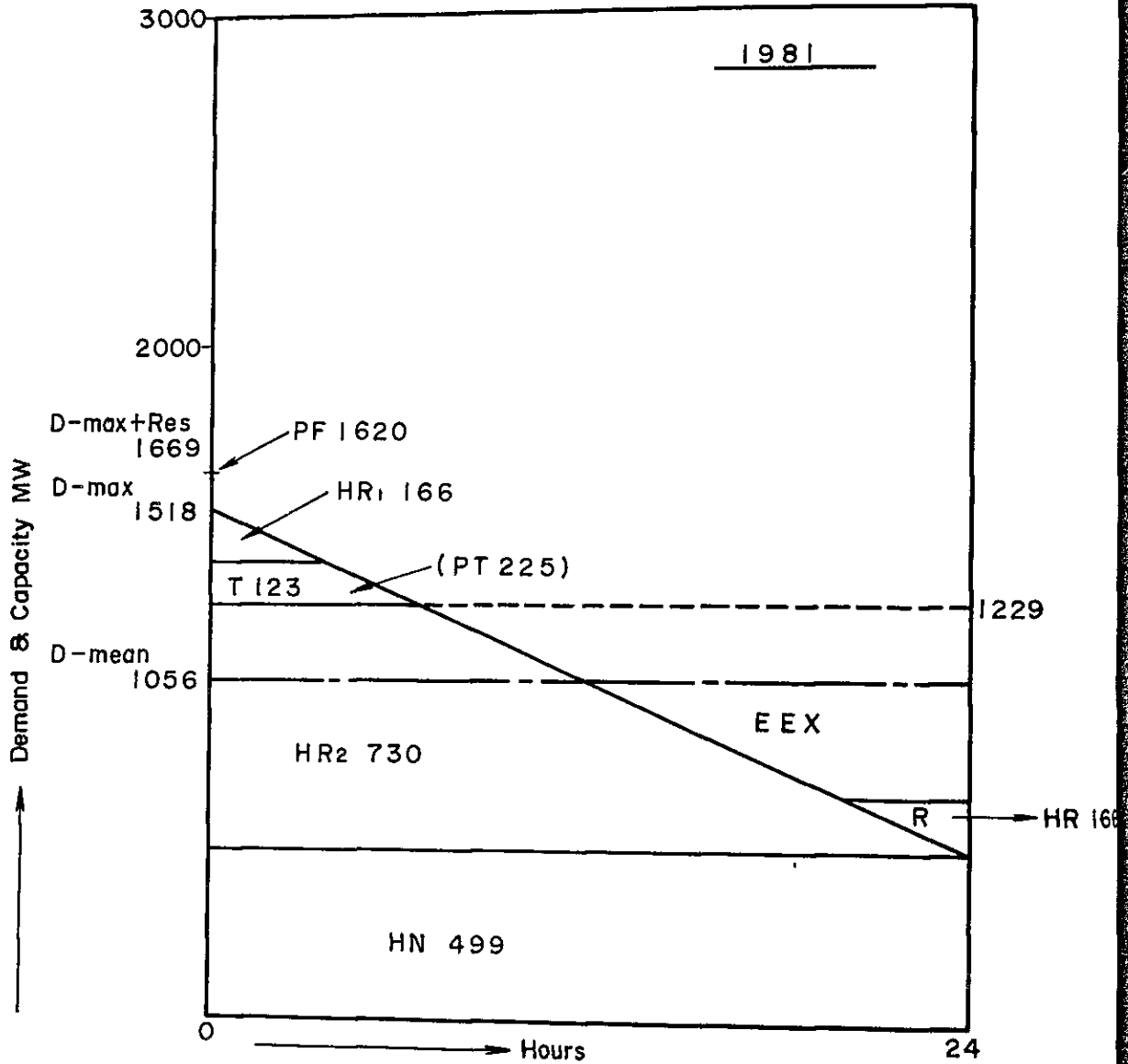
- HN · Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 · Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 · Power of Pondage Type Power Station
· (Maximum Available Capacity) - (HR-2)
- T · Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T · Available Power of Thermal Power Plant
- EEX · Excess Energy of HR 2
- D-max. · Maximum Demand
- D-mean. · Mean Demand
- P.F · Maximum Available Power
- Res · Reserved Power

Fig.-II.2.2(3)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
: (Maximum Available Capacity) - (HR-2)
- T. : Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T : Available Power of Thermal Power Plant
- EEX : Excess Energy of HR 2
- D-max. : Maximum Demand
- D-mean. : Mean Demand
- P.F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power

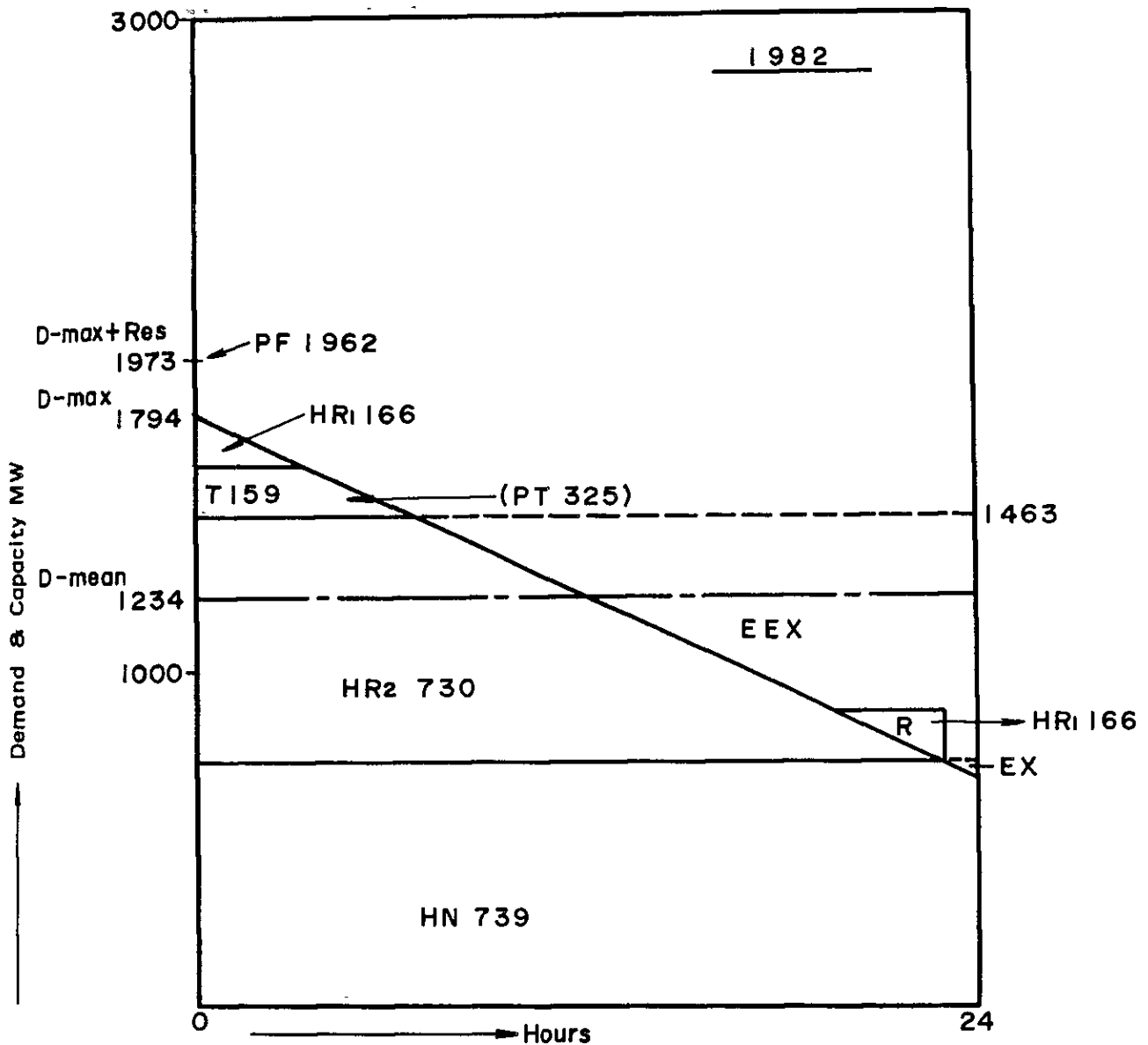
Fig.-II.2.2(4)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
(Maximum Available Capacity)-(HR-2)
- T : Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T : Available Power of Thermal Power Plant
- EEX : Excess Energy of HR 2
- D-max : Maximum Demand
- D-mean : Mean Demand
- P.F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power

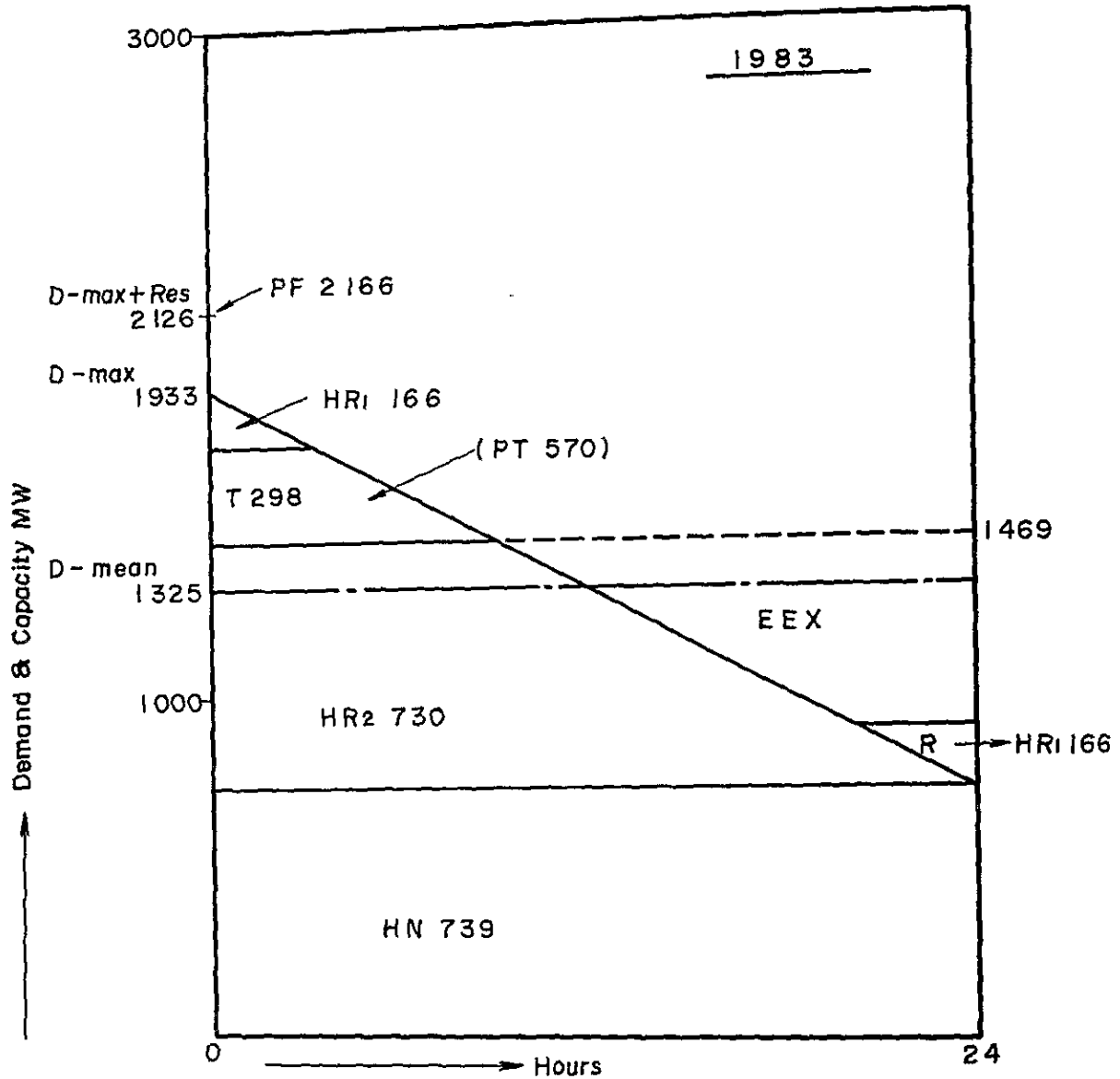
Fig.-II.2.2(5)

Demand and Supply Balance in Central and North region System



- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
: (Maximum Available Capacity)-(HR-2)
- T. : Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T : Available Power of Thermal Power Plant
- EEX : Excess Energy of HR 2
- D-max. : Maximum Demand
- D-mean. : Mean Demand
- P.F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power

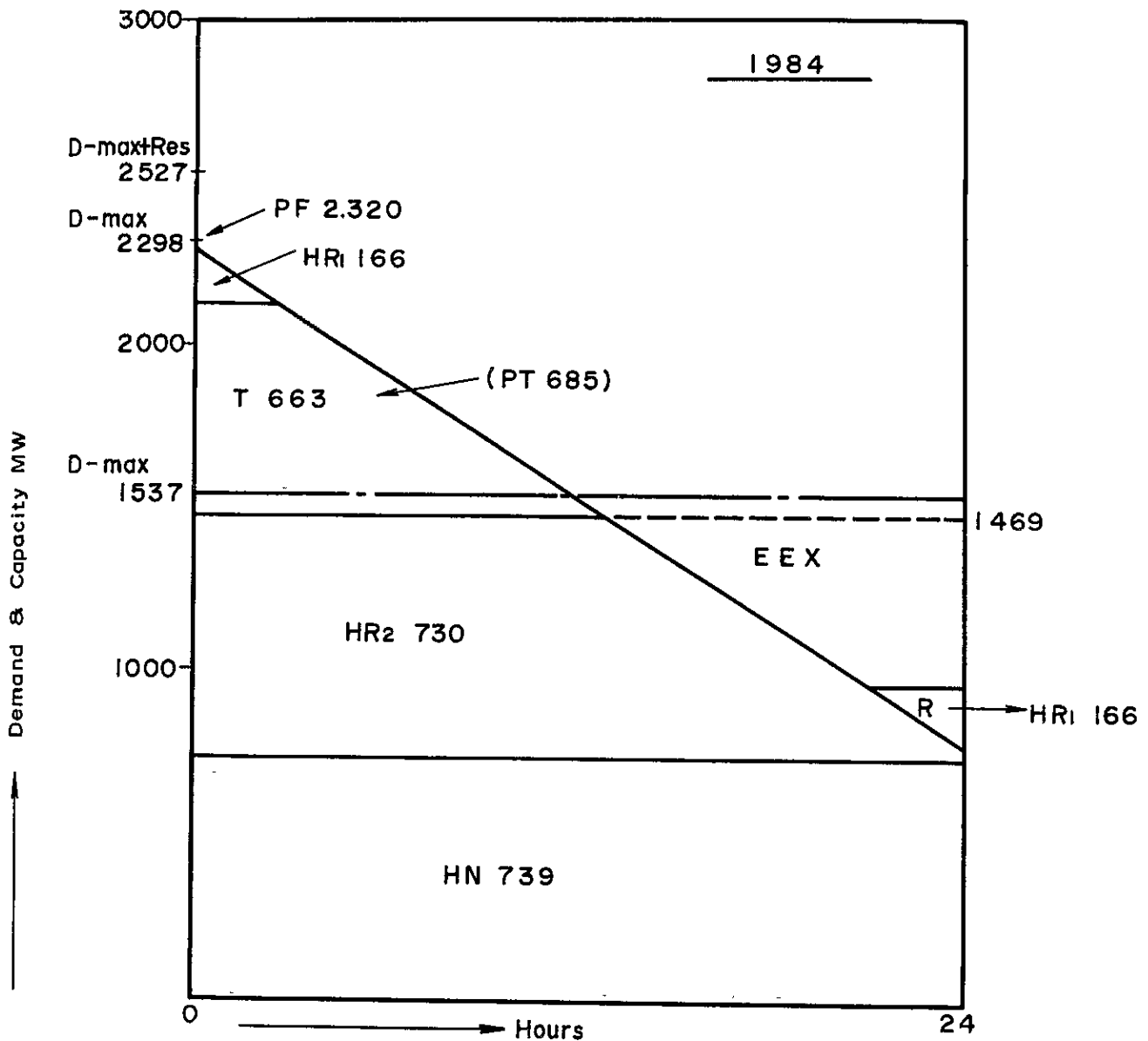
Fig.-II.2.2(6)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
- : (Maximum Available Capacity)-(HR-2)
- T : Firm Power of Thermal Power Plant
- PT : Available Power of Thermal Power Plant
- EEX : Excess Energy of HR 2
- D-max. : Maximum Demand
- D-mean. : Mean Demand
- P.F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power

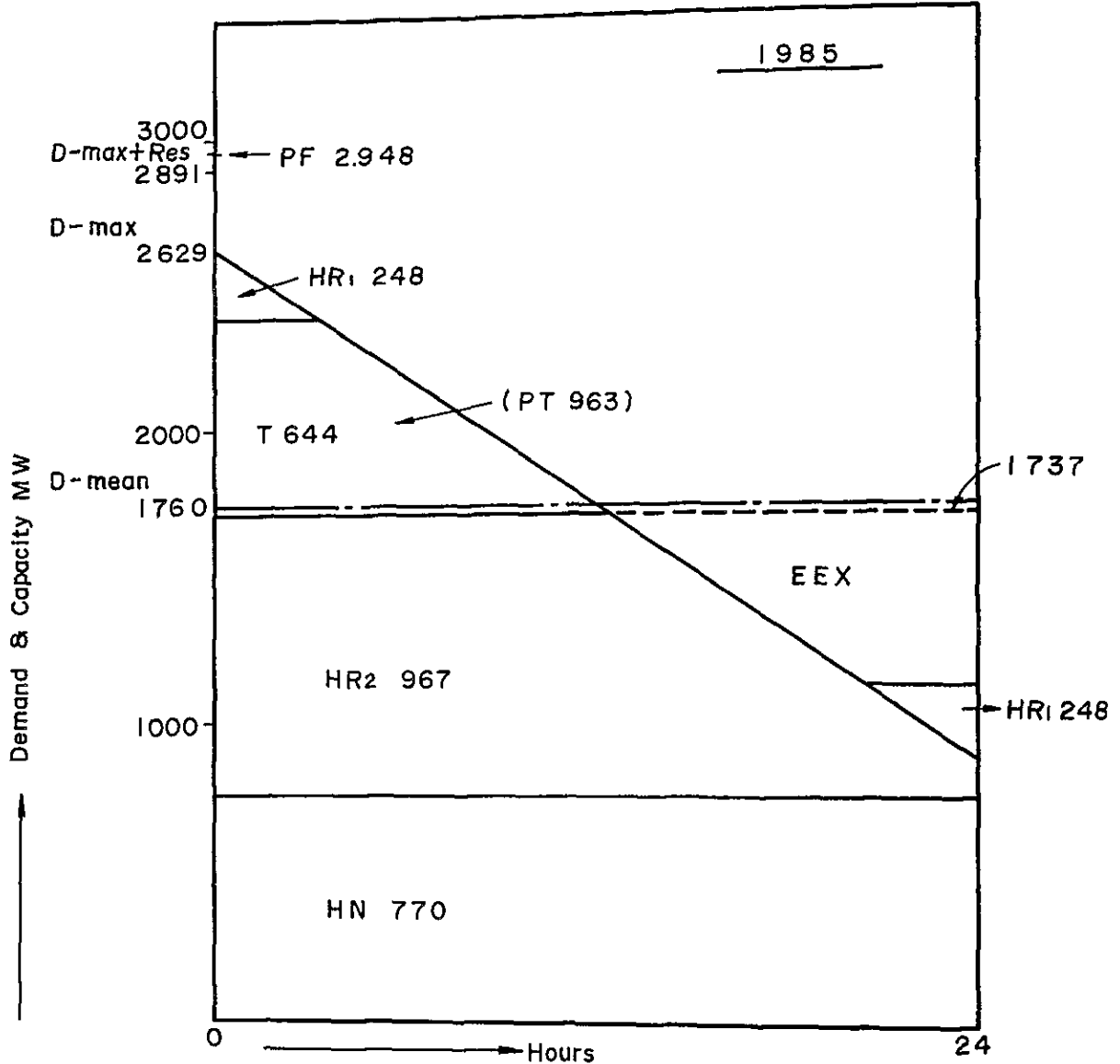
Fig.-II.2.2(7)

Demand and Supply Balance in Central and North region System



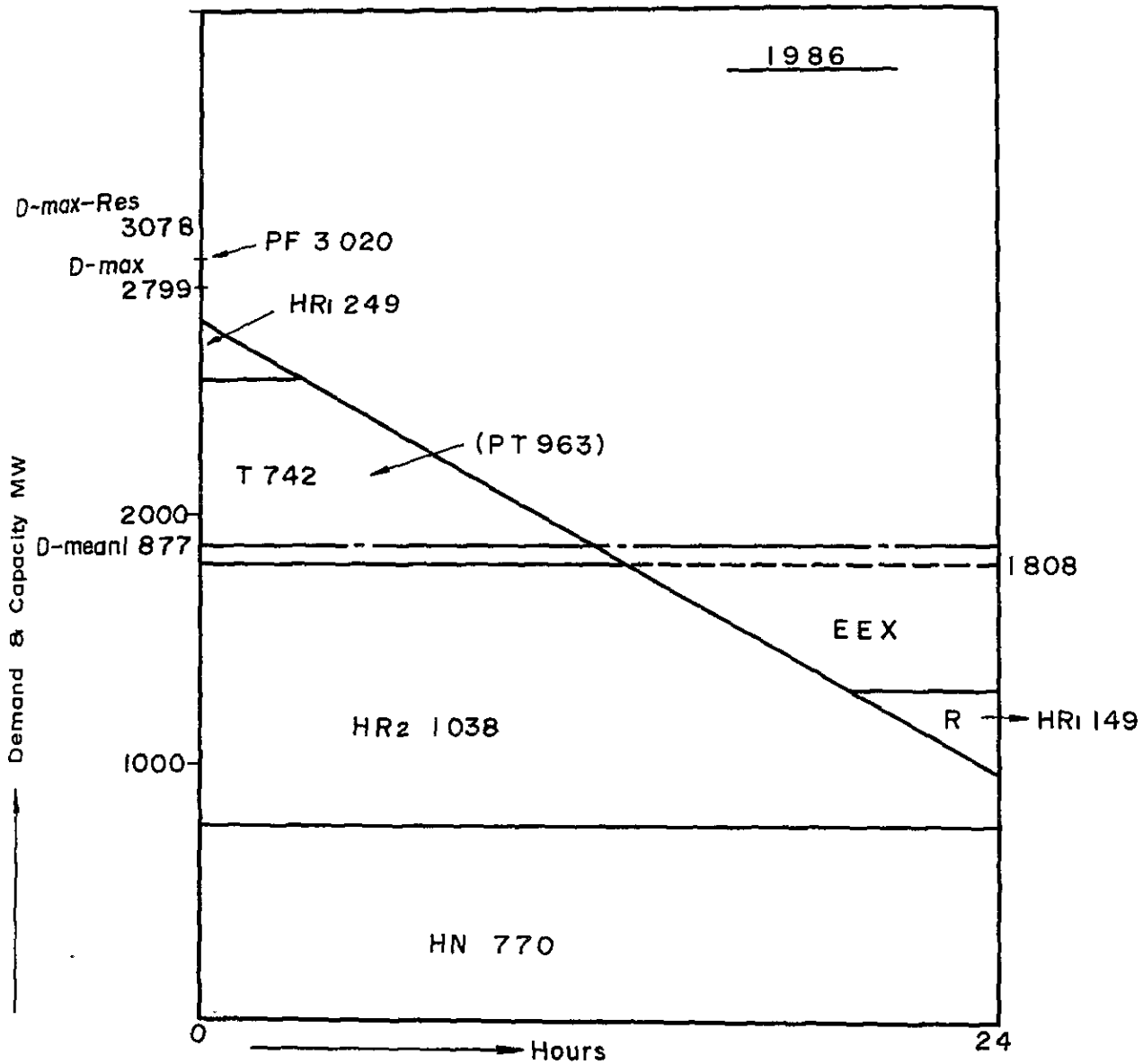
- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
: (Maximum Available Capacity) - (HR-2)
- T. : Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T : Available Power of Thermal Power Plant
- EEX : Excess Energy of HR 2
- D-max. : Maximum Demand
- D-mean. : Mean Demand
- P.F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power

Fig.-II.2.2(8)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



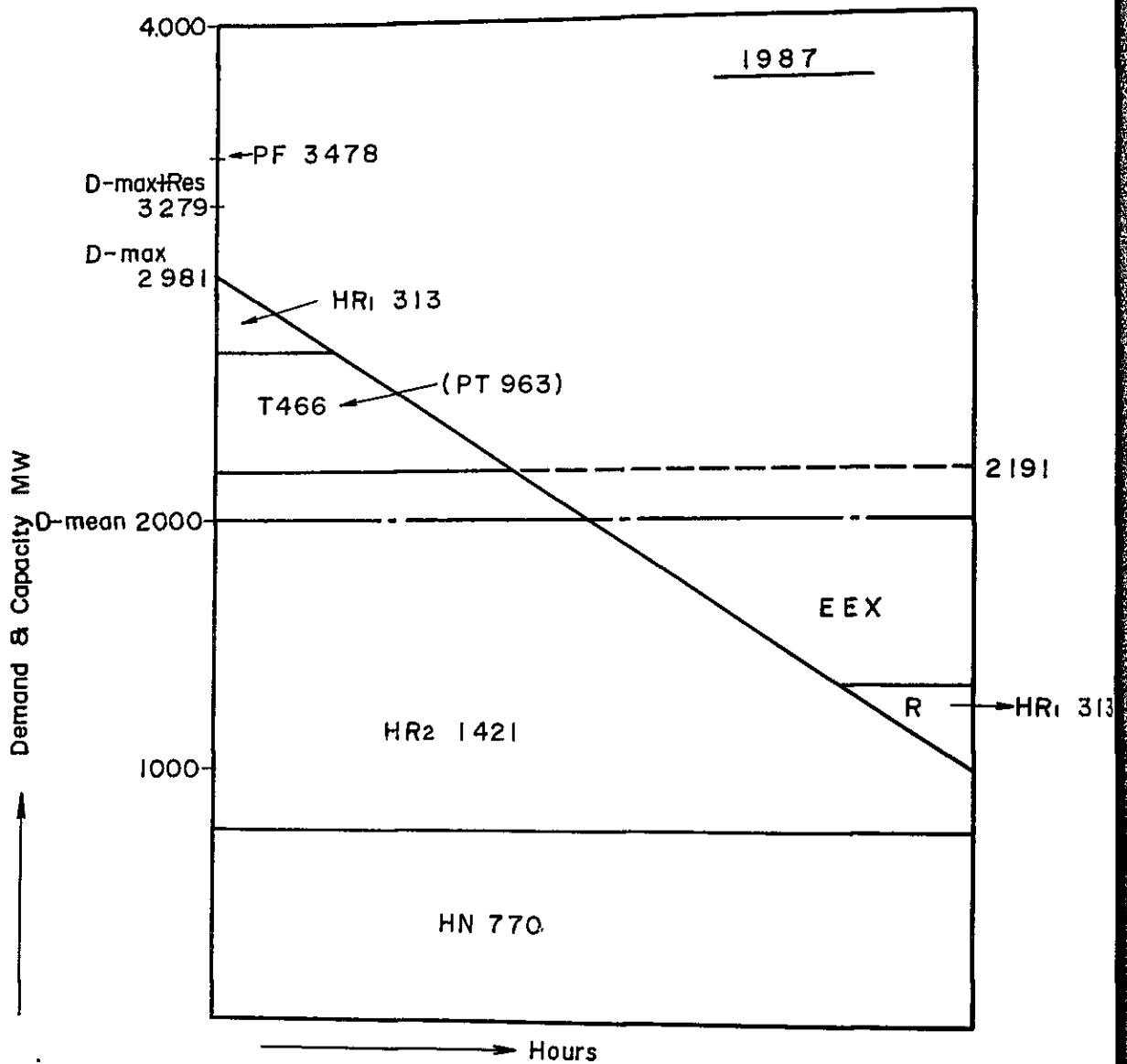
- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
(Maximum Available Capacity)-(HR-2)
- T. : Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T : Available Power of Thermal Power Plant
- EEX : Excess Energy of HR 2
- D-max. : Maximum Demand
- D-mean. : Mean Demand
- P.F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power

Fig.-II.2.2(9)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



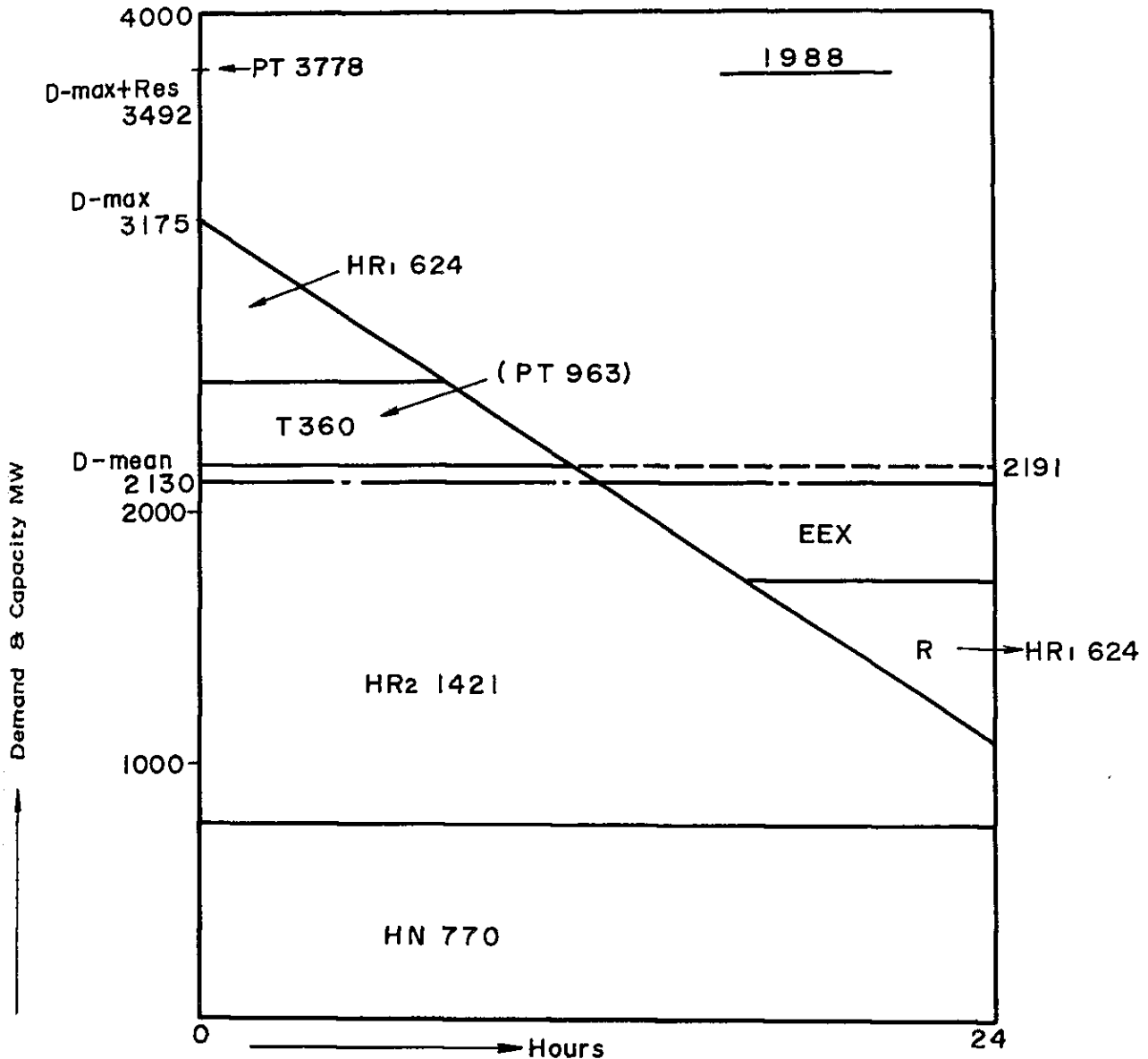
- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
: (Maximum Available Capacity)-(HR-2)
- T. : Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T : Available Power of Thermal Power Plant
- EEX : Excess Energy of HR 2
- D-max. : Maximum Demand
- D-mean. : Mean Demand
- P.F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power

Fig. - II.2.2 (10)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



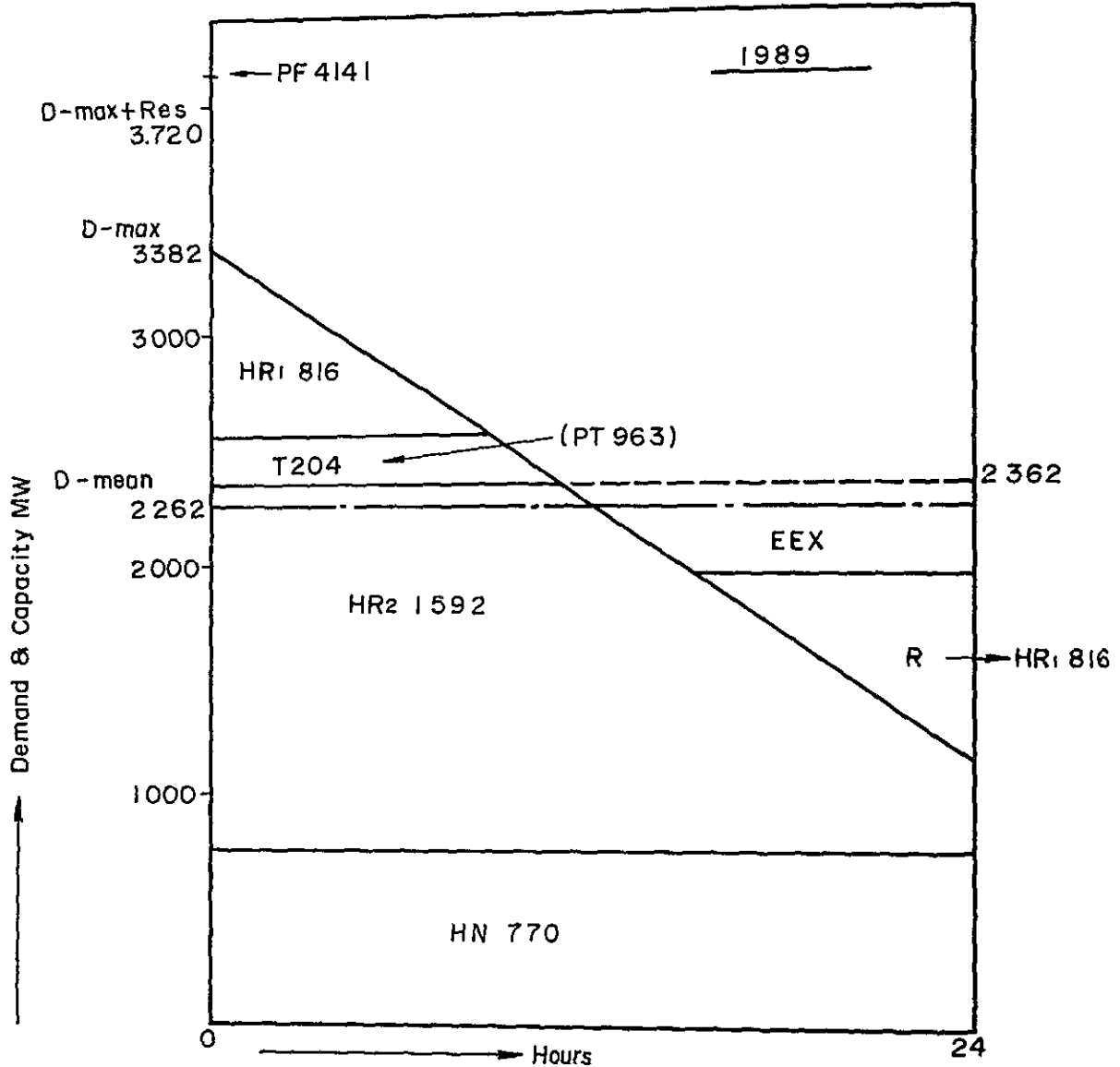
- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
(Maximum Available Capacity) - (HR-2)
- T. : Firm Power of Thermal Power Plant
- PT : Available Power of Thermal Power Plant
- EEX : Excess Energy of HR 2
- D-max. : Maximum Demand
- D-mean. : Mean Demand
- P.F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power

Fig.-II.2.2 (II)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



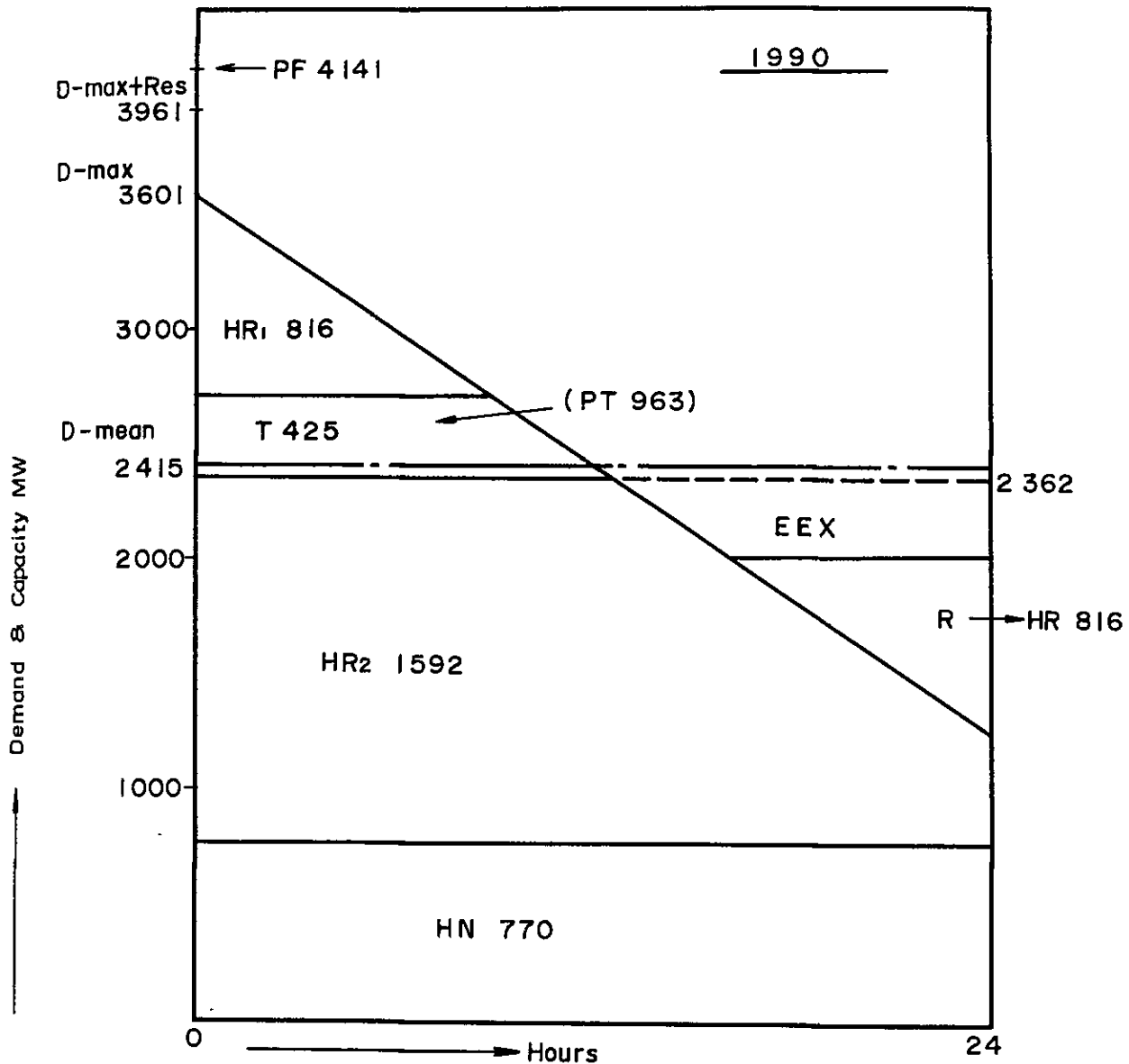
- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
 HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
 HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
 : (Maximum Available Capacity)-(HR-2)
 T. : Firm Power of Thermal Power Plant
 P.T : Available Power of Thermal Power Plant
 EEX : Excess Energy of HR 2
 D-max. : Maximum Demand
 D-mean. : Mean Demand
 P.F : Maximum Available Power
 Res : Reserved Power

Fig.-II.2.2(12)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



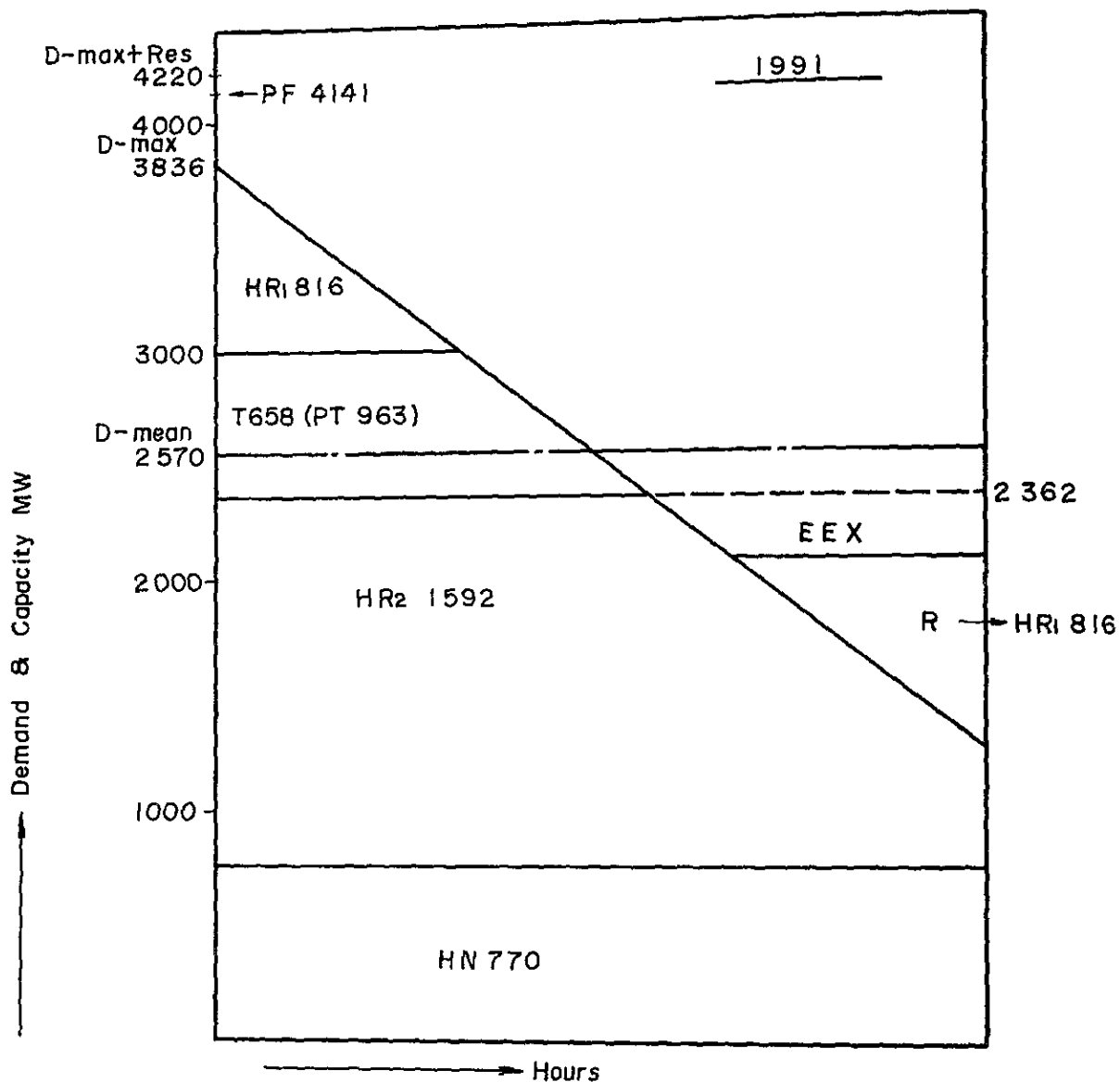
- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
(Maximum Available Capacity) - (HR-2)
- T. : Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T : Available Power of Thermal Power Plant
- EEX : Excess Energy of HR 2
- D-max. : Maximum Demand
- D-mean. : Mean Demand
- P.F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power

Fig.-II.2.2 (13)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



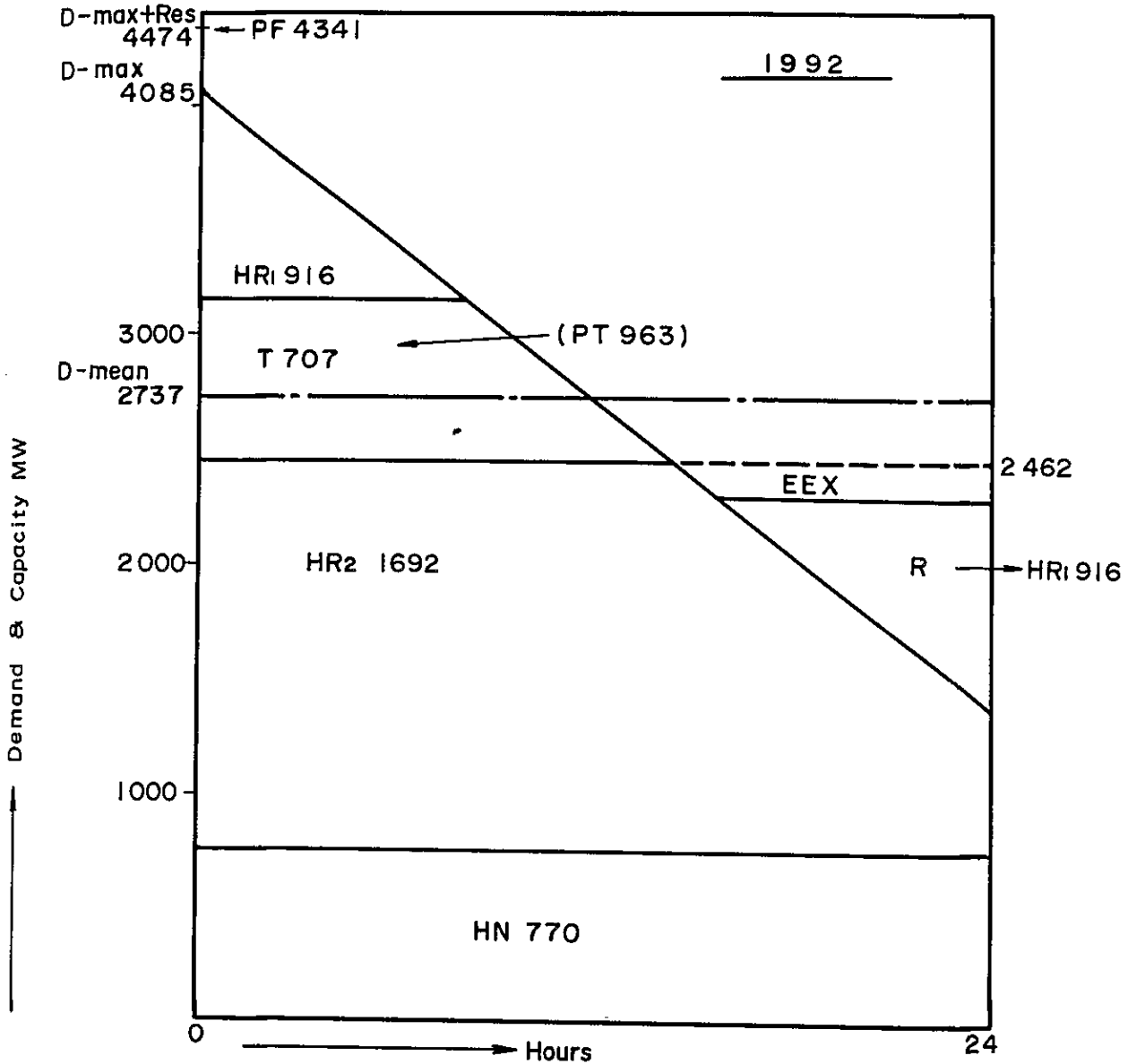
- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
: (Maximum Available Capacity)-(HR-2)
- T. : Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T : Available Power of Thermal Power Plant
- EEX : Excess Energy of HR 2
- D-max. : Maximum Demand
- D-mean. : Mean Demand
- P.F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power

Fig.-I.2.2(14)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



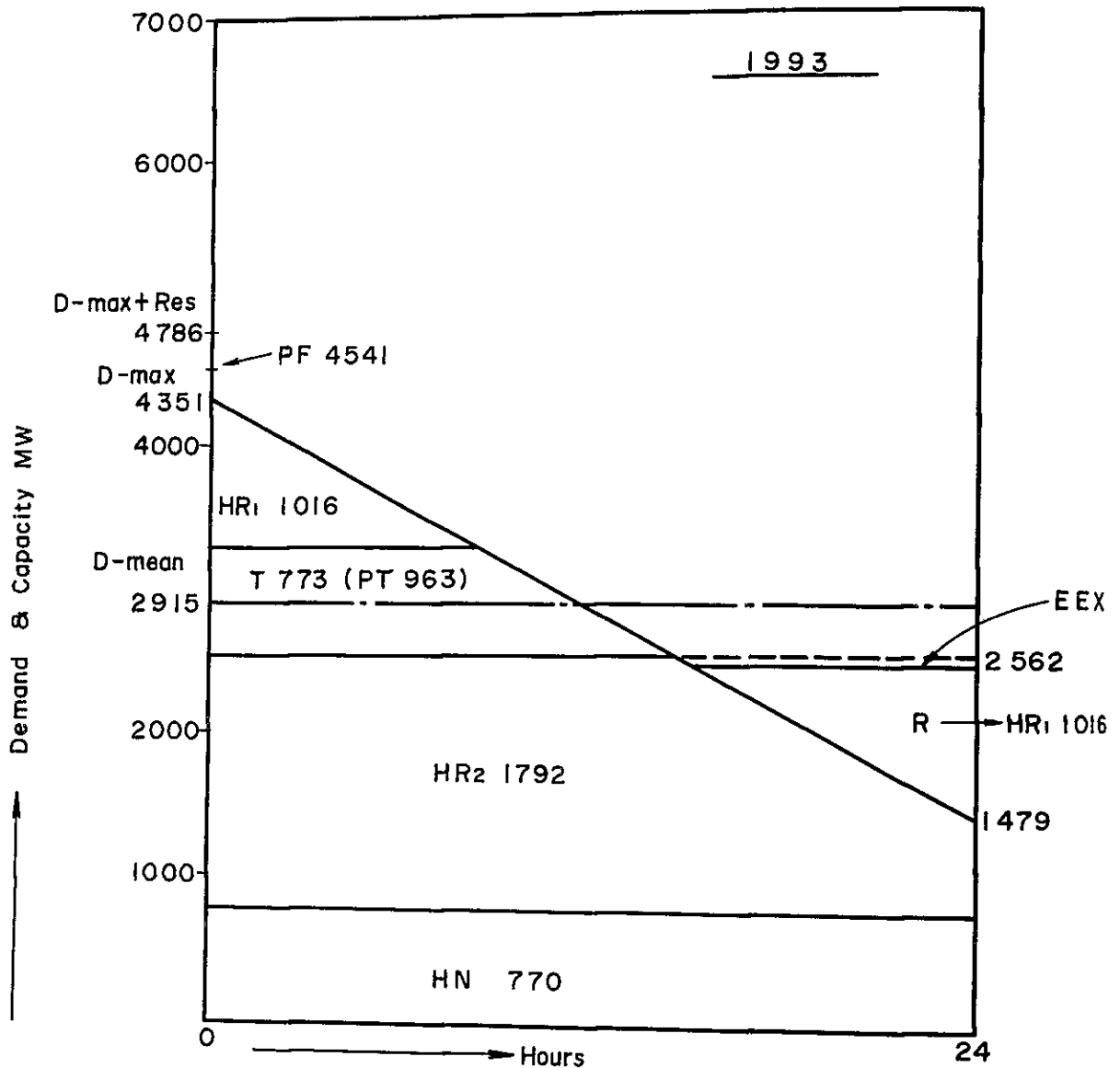
- HN . Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 . Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 . Power of Pondage Type Power Station
· (Maximum Available Capacity)-(HR-2)
- T . Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T . Available Power of Thermal Power Plant
- EEX . Excess Energy of HR 2
- D-max. . Maximum Demand
- D-mean. . Mean Demand
- P.F . Maximum Available Power
- Res . Reserved Power

Fig.-II.2.2 (I5)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



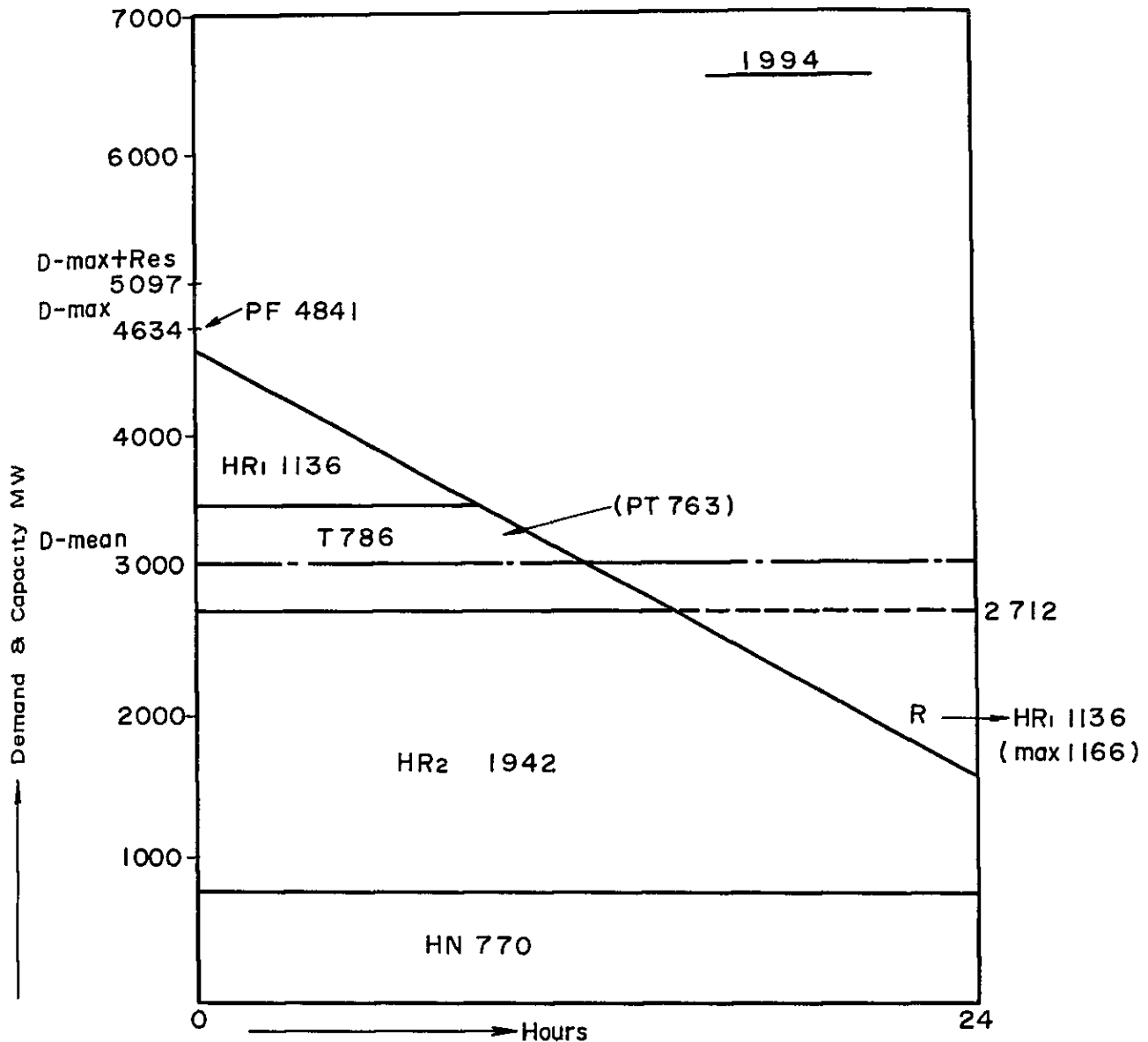
- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
: (Maximum Available Capacity)-(HR-2)
- T. : Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T : Available Power of Thermal Power Plant
- EEX : Excess Energy of HR 2
- D-max. : Maximum Demand
- D-mean. : Mean Demand
- P.F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power.

Fig.-II.2.2 (16)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
(Maximum Available Capacity)-(HR-2)
- T. : Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T : Available Power of Thermal Power Plant
- EEX : Excess Energy of HR 2
- D-max. : Maximum Demand
- D-mean. : Mean Demand
- P.F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power

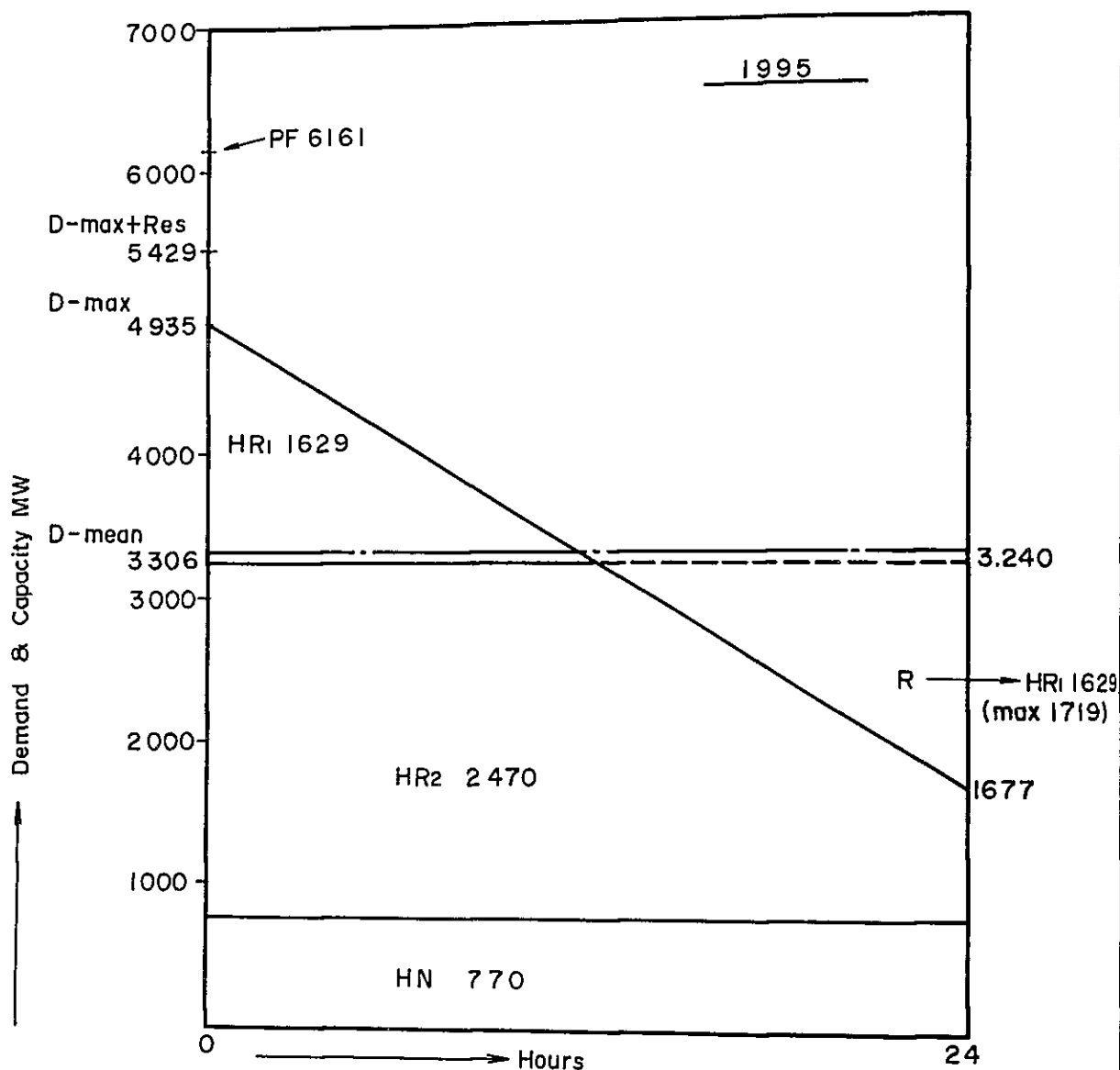
Fig.-II. 2.2 (17)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
: (Maximum Available Capacity)-(HR-2)
- T. : Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T : Available Power of Thermal Power Plant
- EE X : Excess Energy of HR 2
- D-max. : Maximum Demand
- D-mean. : Mean Demand
- P.F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power

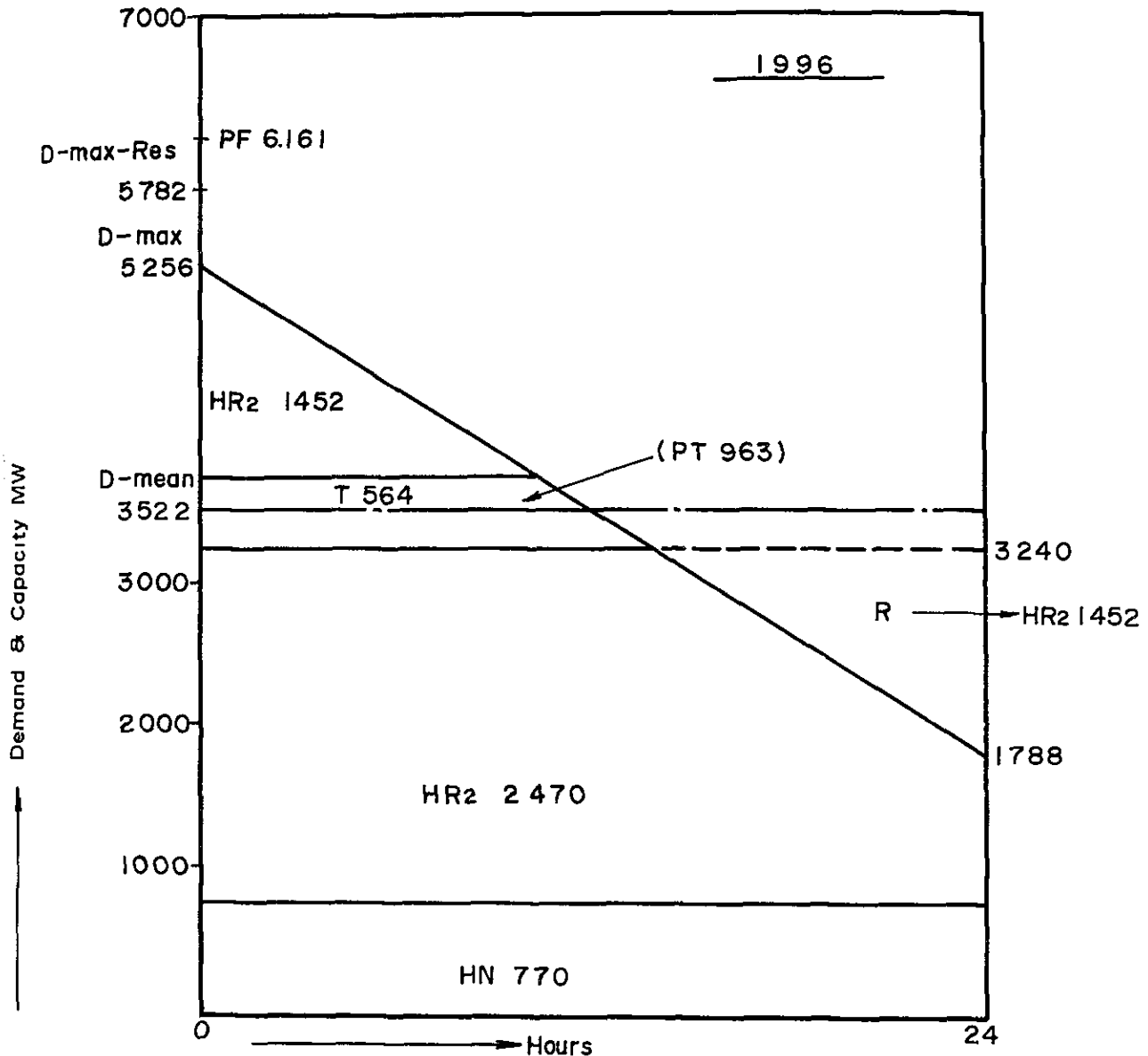
Fig.-II.2.2 (18)

Demand and Supply Balance in Central and North region System



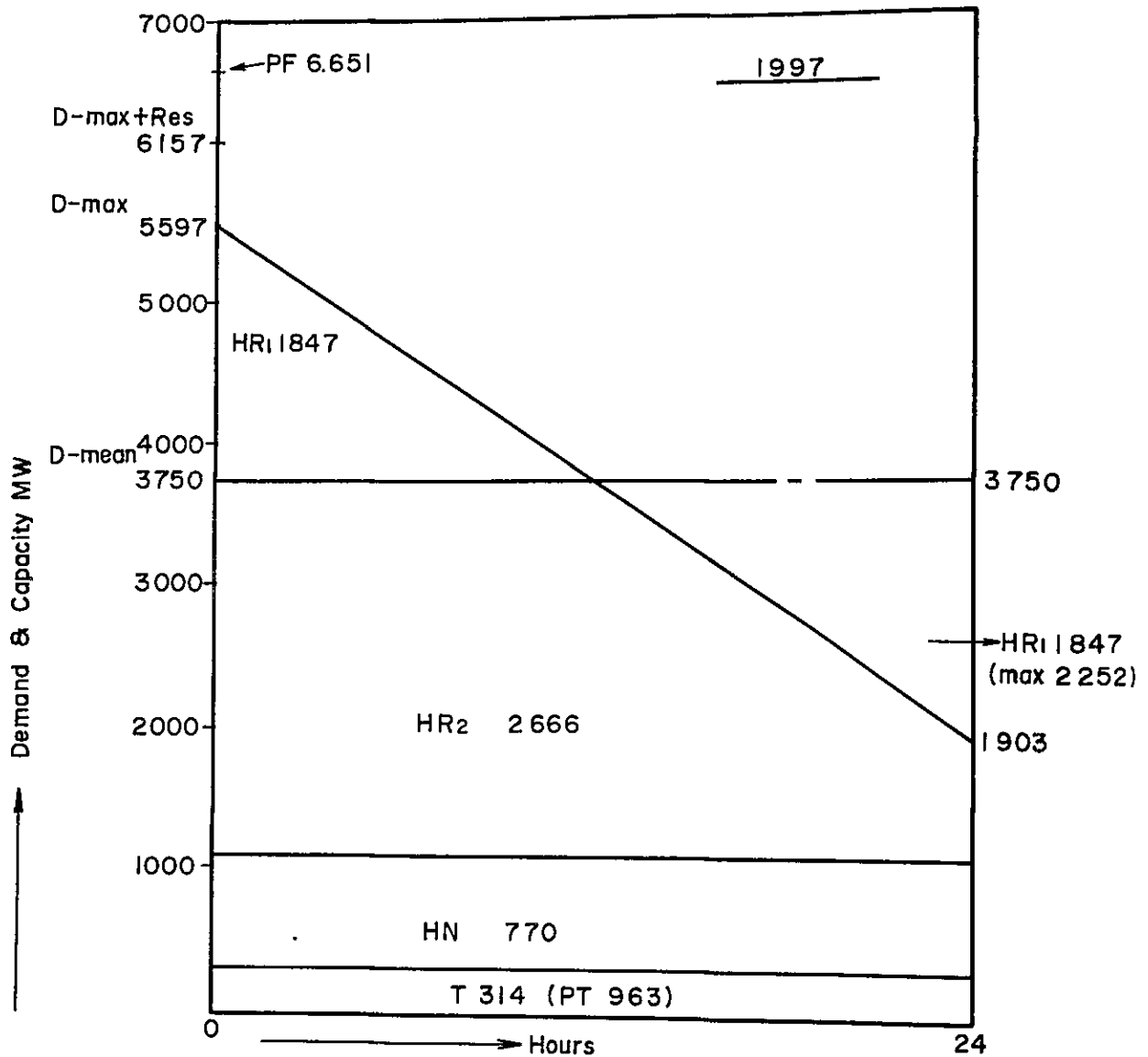
- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
· (Maximum Available Capacity)-(HR-2)
- T. : Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T : Available Power of Thermal Power Plant
- EEX : Excess Energy of HR 2
- D-max. : Maximum Demand
- D-mean. : Mean Demand
- P.F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power

Fig.-II.2.2(19)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



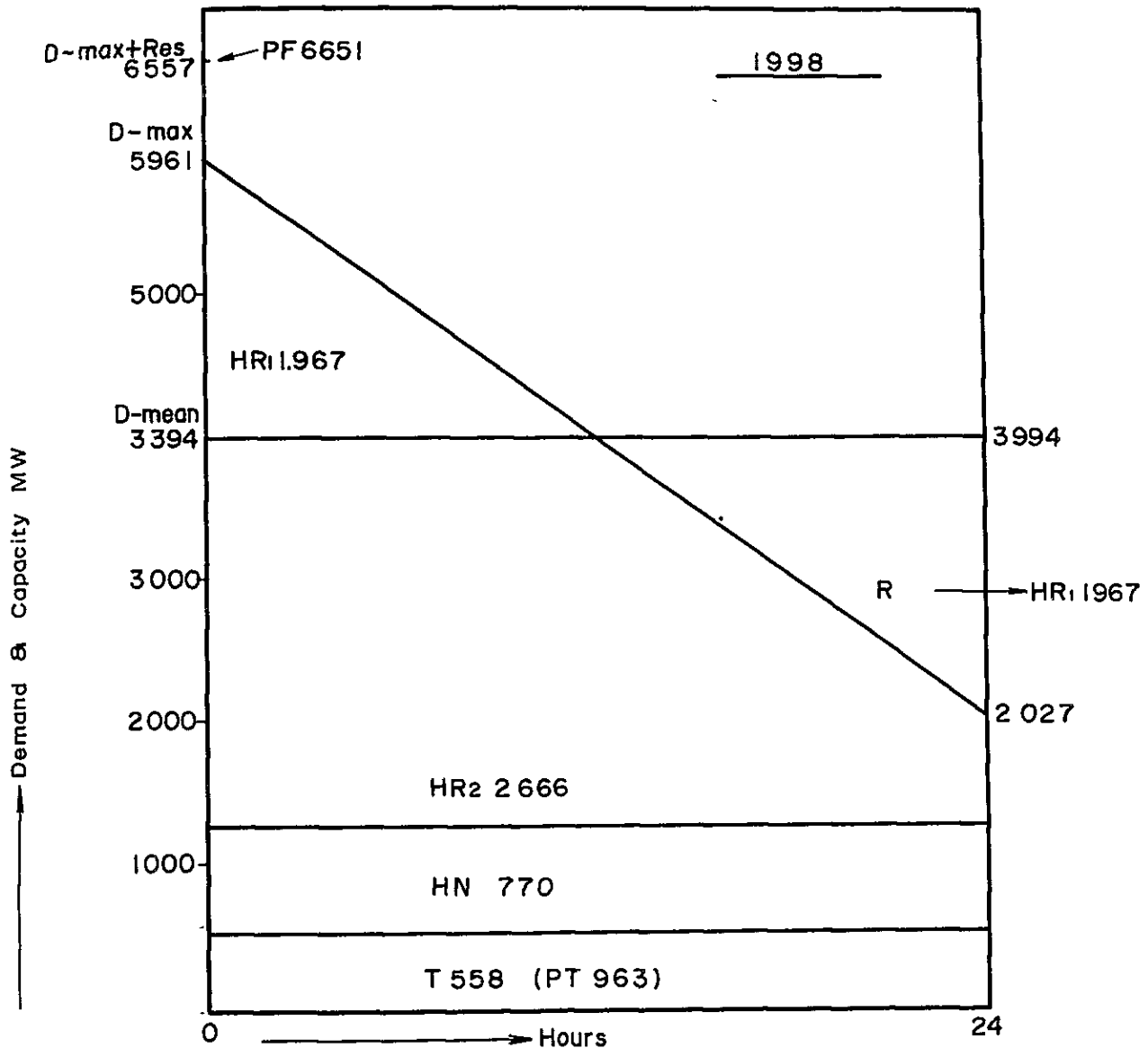
- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
: (Maximum Available Capacity)-(HR-2)
- T. : Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T : Available Power of Thermal Power Plant
- EEX : Excess Energy of HR 2
- D-max. : Maximum Demand
- D-mean. : Mean Demand
- P.F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power

Fig.-II.2.2 (20)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



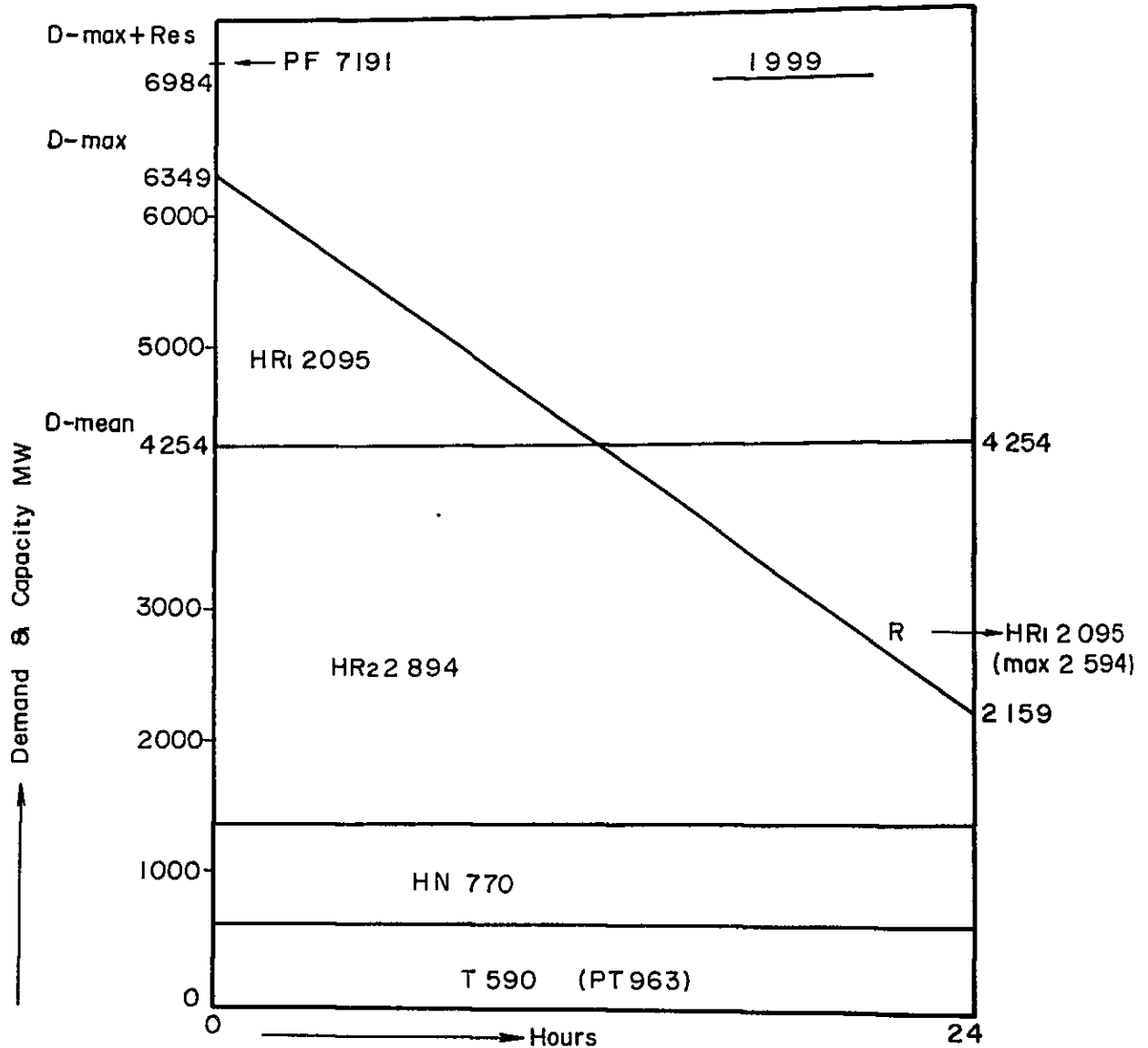
- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
(Maximum Available Capacity)-(HR-2)
- T. : Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T : Available Power of Thermal Power Plant
- EEX : Excess Energy of HR 2
- D-max. : Maximum Demand
- D-mean. : Mean Demand
- P.F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power

Fig.-II.2.2 (21)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



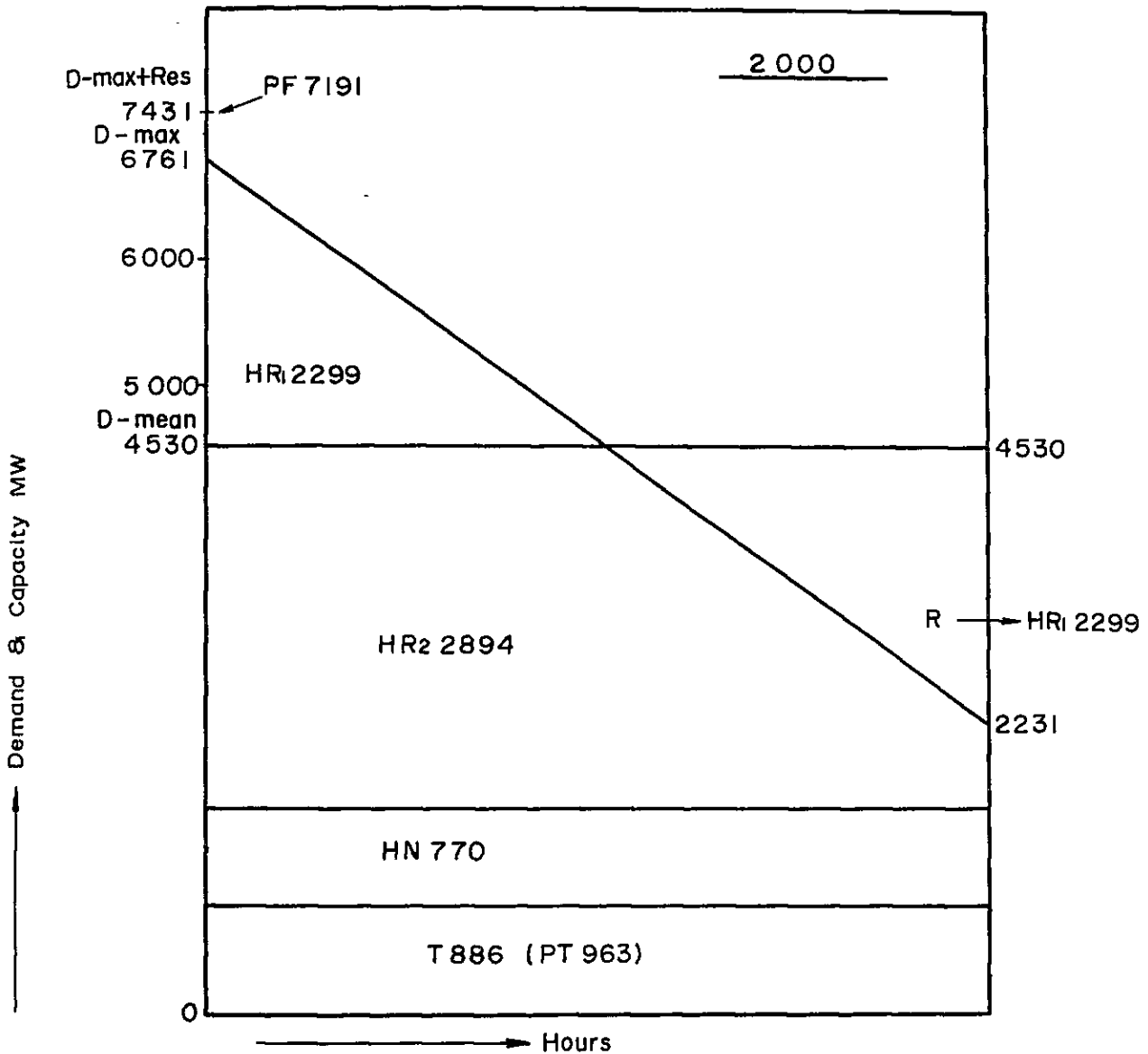
- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
: (Maximum Available Capacity)-(HR-2)
- T. : Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T : Available Power of Thermal Power Plant
- EEX : Excess Energy of HR 2
- D-max. : Maximum Demand
- D-mean. : Mean Demand
- P. F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power

Fig.-II.2.2(22)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
(Maximum Available Capacity)-(HR-2)
- T. : Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T : Available Power of Thermal Power Plant
- EEX : Excess Energy of HR 2
- D-max. : Maximum Demand
- D-mean. : Mean Demand
- P.F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power

Fig.-II.2.2(23)
Demand and Supply Balance in Central
and North region System



- HN : Firm Power of Run-of-The River Type Power Station
- HR 2 : Firm Power of Pondage Type Power Station
- HR 1 : Power of Pondage Type Power Station
: (Maximum Available Capacity)-(HR-2)
- T. : Firm Power of Thermal Power Plant
- P.T : Available Power of Thermal Power Plant
- EEX : Excess Energy of HR 2
- D-max. : Maximum Demand
- D-mean. : Mean Demand
- P.F : Maximum Available Power
- Res : Reserved Power

Table-II. 2.1 (1) Installation Schedule of Development Plan Proposed by MEM

| Project | Installaed Capacity(MW) | Commencement of Operation |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Mantaro 4 | 114 | 1978 |
| Mantaro 4, 6, 7 | 342 | 1979 |
| Ampliacion Cañon del pato | 50 | 1980 |
| Restitucion | 217 | 1982 |
| Recuperacion Calor
Chimbote | 100 | 1982 |
| Afianzamiento Cañon del
pato | 0 | 1982 |
| Alto chicama 1 | 160 | 1983 |
| Alto chicama 2, 3 | 320 | 1984 |
| El chorro | 150 | 1985 |
| Yuncan | 126 | 1985 |
| Afianzamiento Huinco | 60 | 1985 |
| Sheque 1 | 150 | 1986 |
| Sheque 2 | 150 | 1987 |
| Sheque 3, 4 | 300 | 1988 |
| Olmos I | 151 | 1989 |
| Olmos II | 212 | 1990 |

When the power systems of piura, Bayovar and Lambayeque are connected with the Central-North power system, the power projects shown in Table-II. 2.1 (2) will be in operation in Piura, Bayovar and Lambayeque power systems respectively.

Table-II. 2.1 (2) Installation Schedule of Development plan proposed by MEM

PIURA SYSTEM

| Project | Installed Capacity (MW) | Commencement of Operation |
|----------------|-------------------------|---------------------------|
| Diesel Piura 1 | 2 x 5 | 1979 |
| Diesel Piura 2 | 5 | 1981 |
| C.H. Yuscay | 2.5 | 1981 |
| C.H. Poechos | 11 | 1982 |
| C.H. Curumuy | 12 | 1983 |
| C.H. Culqui | 25 | 1983 |

BAYOVAR SYSTEM

| Project | Installed Capacity (MW) | Commencement of Operation |
|------------------|-------------------------|---------------------------|
| T.G. Bayovar 1.2 | 2 x 20 | 1982 |
| T.G. Bayovar 3 | 20 | 1983 |

LAMBAYEQUE SYSTEM

| Project | Installed Capacity (MW) | Commencement of Operation |
|-----------------------|-------------------------|---------------------------|
| Diesel Chiclayo 1 | 2 x 5 | 1978 |
| Diesel Chiclayo 2 | 5 | 1981 |
| T.V. Pulpa blanqueada | 27 | 1982 |
| C.H. Carhuaquero 1 | 75 | 1983 |

Table-II. 2.2 (1) Balance of Demand and Supply of Total System

| Year | Demand | | | | Project | Installed Capacity(MW) | | | Firm Power(MW) | | | Max Available Power(MW) | | | | [3]-[1]
MW | HR-2
MW | HN
MW | HR-1
MW |
|------|---------------------|----------------|----------|------------------|------------------------|------------------------|-------|-------|-----------------|-------|----------|-------------------------|--------|----------|---------|---------------|------------|----------|------------|
| | D-max & Res
(MW) | D-Max
[1]MW | L/F
% | D-mean
[2] MW | | Annual Increase | | | Annual Increase | | | Balance Increase | | | Balance | | | | |
| | | | | | | Hydro | Theam | Accum | Hydro | Theam | [3]Accum | [3]-[2] | Annual | [4]Accum | [4]-[1] | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1978 | | | | | C.H. Huinco | 258 | | | 100 | | | | 240 | | | | | | |
| | | | | | C.H. Callahuanca | 67 | | | 60 | | | | 60 | | | | | | |
| | | | | | C.H. Moyopampa | 63 | | | 61 | | | | 61 | | | | | | |
| | | | | | C.H. Hunpani | 31 | | | 27 | | | | 27 | | | | | | |
| | | | | | C.H. Matucana | 120 | | | 90 | | | | 90 | | | | | | |
| | | | | | C.H. Mantaro 1. - 4. | 456 | | | 424 | | | | 424 | | | | | | |
| | | | | | C.T. Santa Rosa | | 52 | | | 43 | | | 43 | | | | | | |
| | | | | | T.V. Marcona | | 66 | | | 59 | | | 59 | | | | | | |
| | 902 | 788 | | 521 | | 995 | 118 | 1,113 | 762 | 102 | 864 | 343 | | 1,004 | 216 | 76 | 524 | 238 | 140 |
| 1979 | | | | | C.H. Mantaro 5 - 7 | 342 | | | 182 | | | | 182 | | | | | | |
| | 987 | 873 | | 558 | | 1,337 | 118 | 1,455 | 944 | 102 | 1,046 | 498 | | 1,186 | 313 | 173 | 706 | 238 | 140 |
| 1980 | | | | | C.H. Cañon del pato | 100 | | | 77 | | | | 77 | | | | | | |
| | | | | | T.G. Trujillo-Chimbote | | 87 | | | 87 | | | 87 | | | | | | |
| | | | | | C.H. Cahua | 40 | | | 35 | | | | 35 | | | | | | |
| | | | | | T.V. Paramonga | | 19 | | | 8 | | | 8 | | | | | | |
| | | | | | T.V. Trup. Carta, S.J. | | 28 | | | 28 | | | 28 | | | | | | |
| | | | | | C.H. Yaupi | 108 | | | 85 | | | | 85 | | | | | | |
| | | | | | C.H. Malpaso | 54 | | | 24 | | | | 50 | | | | | | |
| | | | | | C.H. Oroya-Pachachaca | 21 | | | 14 | | | | 14 | | | | | | |
| | | | | | C.H. Cañon del pato | 50 | | | 50 | | | | 50 | | | | | | |
| | 1,556 | 1,415 | | 985 | | 1,710 | 252 | 1,962 | 1,229 | 225 | 1,454 | 469 | 434 | 1,620 | 205 | 39 | 730 | 499 | 166 |
| 1981 | 1,669 | 1,518 | | 1,056 | | 1,710 | 252 | 1,962 | 1,229 | 225 | 1,454 | 398 | | 1,620 | 102 | -64 | 730 | 499 | 166 |
| 1982 | | | | | C.H. Restitucion | 217 | | | 217 | | | | 217 | | | | | | |
| | | | | | Abianz, Cañon del pato | | | | 23 | | | | 23 | | | | | | |
| | | | | | Recup. calor chimbate | | 100 | | | 100 | | | 100 | | | | | | |
| | 1,973 | 1,794 | | 1,234 | | 1,927 | 352 | 2,279 | 1,469 | 325 | 1,794 | 560 | 340 | 1,960 | 166 | 0 | 730 | 739 | 166 |
| 1983 | | | | | C.T.D. Pacasmayo | | 20 | | | 20 | | | 20 | | | | | | |
| | | | | | T.V. - FA-1 | | 198 | | | 186 | | | 186 | | | | | | |
| | 2,126 | 1,933 | | 1,325 | | 1,927 | 570 | 2,497 | 1,469 | 531 | 2,000 | 675 | 206 | 2,166 | 233 | 67 | 730 | 739 | 166 |
| 1984 | | | | | Sistema Lambayeque | | 39 | | | 30 | | | 30 | | | | | | |
| | | | | | T.V. Coap Lambayeque | | 37 | | | 37 | | | 37 | | | | | | |
| | | | | | T.G. Bayovar | | 60 | | | 60 | | | 60 | | | | | | |

Table-II. 2.2 (2) Balance of Demand and Supply of Total System

| Year | Demand | | | | Project | Installed Capacity(MW) | | | Firm Power(MW) | | | Max Available Power(MW) | | | | [3]-[1]
MW | HR-2
MW | HN
MW | HR-1
MW | | | |
|------|---------------------|----------------|----------|------------------|-----------------------|------------------------|-------|-------|-----------------|-------|----------|-------------------------|--------|-----------|---------|---------------|------------|----------|------------|--|--|--|
| | D-max & Res
(MW) | D-Max
[1]MW | L/F
% | D-mean
[2] MW | | Annual Increase | | | Annual Increase | | | Balance Increase | | | Balance | | | | | | | |
| | | | | | | Hydro | Theam | Accum | Hydro | Theam | [3]Accum | [3]-[2] | Annual | [4] Accum | [4]-[1] | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1985 | 2,527 | 2,298 | | 1,537 | T.V. Pulpa Blanqueada | | 27 | | | 27 | | | 27 | | | | | | | | | |
| | | | | | Sistema Piura | 1,927 | 733 | 2,660 | 1,469 | 685 | 2,154 | 617 | 154 | 2,320 | 22 | -144 | 730 | 739 | 166 | | | |
| | | | | | T.G. Malacas | 51 | 38 | | 15 | 38 | | | 89 | | | | | | | | | |
| | | | | | C.H. El Chorro | | 54 | | | 54 | | | 54 | | | | | | | | | |
| | | | | | C.H. Yuncan | 150 | | | 150 | | | | 150 | | | | | | | | | |
| | | | | | Abianz Yaupi | 126 | | | 80 | | | | 126 | | | | | | | | | |
| | | | | | T.V. - FA-2 | | | | 23 | | | | 23 | | | | | | | | | |
| 1986 | 2,891 | 2,629 | | 1,763 | T.V. - FA-2 | | 198 | | | 186 | | | 186 | | | | | | | | | |
| | | | | | C.H. C-2 | 2,254 | 1,023 | 3,277 | 1,737 | 963 | 2,700 | 937 | 628 | 2,948 | 319 | 71 | 967 | 770 | 248 | | | |
| 1987 | 3,078 | 2,799 | | 1,877 | C.H. C-2 | 72 | | | 71 | | | | 72 | | | | | | | | | |
| | | | | | C.H. C-3 | 2,326 | 1,023 | 3,349 | 1,808 | 963 | 2,771 | 894 | 72 | 3,020 | 221 | -28 | 1,038 | 770 | 249 | | | |
| | | | | | C.H. Sheque 1 - 2 | 158 | | | 113 | | | | 158 | | | | | | | | | |
| 1988 | 3,279 | 2,981 | | 2,000 | C.H. Sheque 1 - 2 | 300 | | | 270 | | | | 300 | | | | | | | | | |
| | | | | | C.H. Sheque 3 - 4 | 2,784 | 1,023 | 3,807 | 2,191 | 963 | 3,154 | 1,154 | 458 | 3,478 | 497 | 173 | 1,421 | 770 | 324 | | | |
| 1989 | 3,492 | 3,175 | | 2,130 | C.H. Sheque 3 - 4 | 300 | | | 300 | | | | 300 | | | | | | | | | |
| | | | | | C.H. Olmos | 3,084 | 1,023 | 4,107 | 2,191 | 963 | 3,154 | 1,024 | 300 | 3,778 | 603 | -21 | 1,421 | 770 | 624 | | | |
| 1990 | 3,720 | 3,382 | | 2,268 | C.H. Olmos | 363 | | | 171 | | | | 363 | | | | | | | | | |
| | | | | | C.H. - FA-1 | 3,447 | 1,023 | 4,470 | 2,362 | 963 | 3,325 | 1,057 | 363 | 4,141 | 759 | -57 | 1,592 | 770 | 816 | | | |
| | | | | | C.H. - FA-2 | 3,447 | 1,023 | 4,470 | 2,362 | 963 | 3,325 | 910 | | 4,141 | 540 | -276 | 1,592 | 770 | 816 | | | |
| 1991 | 4,220 | 3,836 | | 2,570 | C.H. - FA-2 | 3,447 | 1,023 | 4,470 | 2,362 | 963 | 3,325 | 755 | | 4,141 | 305 | -511 | 1,592 | 770 | 816 | | | |
| 1992 | 4,494 | 4,085 | | 2,737 | C.H. - FA-1 | 200 | | | 100 | | | | 200 | | | | | | | | | |
| | | | | | C.H. - FA-2 | 3,647 | 1,023 | 4,670 | 2,462 | 963 | 3,425 | 688 | 200 | 4,341 | 256 | -660 | 1,692 | 770 | 916 | | | |
| 1993 | 4,786 | 4,351 | | 2,915 | C.H. - FA-2 | 300 | | | 150 | | | | 300 | | | | | | | | | |
| | | | | | C.H. - FA-3 | 3,947 | 1,023 | 4,970 | 2,612 | 963 | 3,575 | 660 | 300 | 4,641 | 290 | -776 | 1,792 | 770 | 1,016 | | | |
| | | | | | C.H. - FA-3 | 200 | | | 100 | | | | 200 | | | | | | | | | |
| 1994 | 5,097 | 4,634 | | 3,105 | C.H. - FA-3 | 4,147 | 1,023 | 5,170 | 2,712 | 963 | 3,675 | 570 | 200 | 4,841 | 207 | -959 | 1,942 | 770 | 1,166 | | | |

Table-II. 2. 2 (3) Balance of Demand and Supply of Total System

| Year | Demand | | | | Project | Installed Capacity(MW) | | | Firm Power(MW) | | | Max Available Power(MW) | | | | [3]-[1]
MW | HR-2
MW | HN
MW | HR-1
MW |
|------|------------------------|----------------|----------|------------------|----------|------------------------|-------|-------|-----------------|-------|----------|-------------------------|--------|----------|--------------------|---------------|------------|----------|------------|
| | D-max
& Res
(MW) | D-Max
[1]MW | L/F
% | D-mean
[2] MW | | Annual Increase | | | Annual Increase | | | Balance Increase | | | Balance
[4]-[1] | | | | |
| | | | | | | Hydro | Theam | Accum | Hydro | Theam | [3]Accum | [3]-[2] | Annual | [4]Accum | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1995 | 5,429 | 4,935 | | 3,306 | C.H. R-1 | 1,320 | | | 528 | | | | 1,320 | | | | | | |
| 1996 | 5,782 | 5,256 | | 3,522 | | 5,467 | 1,023 | 6,490 | 3,240 | 963 | 4,303 | 997 | 1,320 | 6,161 | 1,226 | -632 | 2,470 | 770 | 1,858 |
| 1997 | 6,157 | 5,597 | | 3,750 | C.H. R-2 | 490 | | | 196 | | | | 490 | | | | | | |
| 1998 | 6,557 | 5,961 | | 3,994 | | 5,957 | 1,023 | 6,980 | 3,436 | 963 | 4,399 | 649 | 490 | 6,651 | 1,054 | -1,198 | 2,666 | 770 | 2,252 |
| 1999 | 6,984 | 6,349 | | 4,254 | C.H. R-3 | 540 | | | 228 | | | | 540 | | | | | | |
| 2000 | 7,437 | 6,761 | | 4,530 | | 6,497 | 1,023 | 7,520 | 3,634 | 963 | 4,597 | 343 | 540 | 7,191 | 842 | -1,692 | 2,864 | 770 | 2,594 |
| | | | | | | 6,497 | 1,023 | 7,520 | 3,634 | 963 | 4,597 | 67 | | 7,191 | 430 | -2,104 | 2,864 | 770 | 2,594 |

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

第Ⅲ部 C-2およびC-3水力発電計画 (プレ・フィジビリティ調査)

第1章 開発計画

第2章 水文

第3章 地質

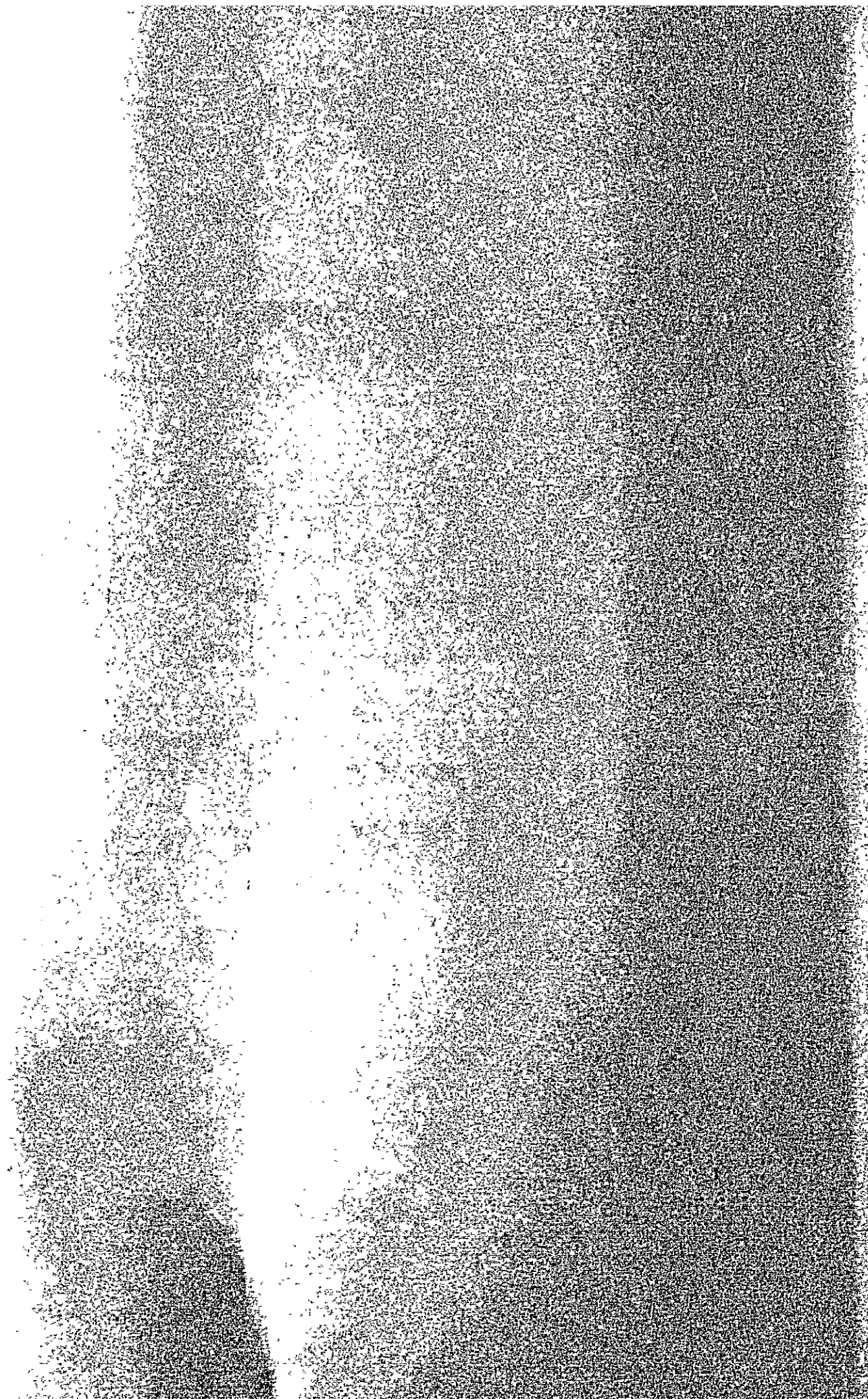
第4章 発電計画

第5章 予備設計

第6章 工事費

第7章 経済評価

第8章 今後の調査



第 1 章 開 発 計 画

1.1 計画地域の位置および概要

1.1.1 計画地域の位置

C-2, C-3 発電計画は, Santa 河の中流部に位置する標高 965 m 地点に計画されている El Chorro 水力発電所から, 標高 430 m 地点に築造が予定されている Chao Viru 灌漑計画の取水口までの間の落差を有効に利用しようとする計画で, C-2 発電所は, Chimbote 市より北東 70 km, 南緯 $8^{\circ}41'$, 西経 $77^{\circ}58'$ に位置する。そして C-3 発電所は Chimbote 市より北東 50 km, 南緯 $8^{\circ}39'$, 西経 $78^{\circ}13'$ に位置する。

1.1.2 計画地域の概要

Peru 共和国は, 南米大陸の太平洋側にあり赤道付近から南緯 $18^{\circ}21'$, 西経 $68^{\circ}39' \sim 81^{\circ}20'$ に位置する南北に細長い国である。

Peru 共和国の地勢は自然条件から 3 つの地域に大別される。即ち, 年間を通じて殆んど降雨の見られない太平洋岸沿いの海岸地域 (Costa), 海岸地帯の東側に位置し標高 5,000 m 以上の高峰が連なる Andes 山脈の山岳地域 (Sierra), および Andes 山脈の東側にあり, 全国土の 50% を占める広大な密林地帯 (Selva) である。山岳地帯を構成する Andes 山脈の中でも特に高峰の連なる山脈は, Cordillera Blanca と呼ばれ Santa 河流域に含まれている。この山脈は南北約 200 km におよぶ山脈で, その中には Huascarán 山 (標高 6,768 m) に代表される 6,000 m 以上の山々が万年雪に覆われて立並んでいる。

Santa 河は, 太平洋にそそぐ Peru 共和国の河川の中で最大の河川であり, Ancash 州南部の Cordillera Blanca にその源を発している。その延長は約 290 km, 流域面積は $11,700 \text{ km}^2$ におよぶ。

Santa 河の河川勾配は, Cordillera Blanca の西側を平行するように流れている 200 km 区間は約 $\frac{1}{100}$, C-2 および C-3 発電計画区域内では $\frac{1}{50}$, その下流では $\frac{1}{100}$ の勾配となっている。

Santa 河流域の中でも Cordillera Blanca は雨量も多く, 冬期は山岳部に雪として貯えられ Santa 河の重要な水資源となっている一方, Cordillera Blanca の積雪は約 10 年に一度程度大雪崩を起こし, Santa 河流域に大きな災害を与えている。

計画地域を構成している地質は古い方から順に頁岩層よりなる Chicama 累層 (中生代ジュラ紀), 珪岩よりなる Chimu 累層 (中生代白亜紀), 砂岩, 頁岩の互層よりなる Santa Carhuaz 累層 (中生代白亜紀) の各堆積岩の他にそれらを覆ったり貫いたりして, Calipuy 火山岩類および花崗閃緑岩類 (中生代, 白亜紀~新生代第三紀) があり, さらに未固結の第四紀堆積物が部分

的に分布している。

導水トンネルの経過地は、前記種々な地質の層を通過するが、主要構造物であるC-2発電所用水槽、鉄管路、地下発電所地点、並びにC-3発電所用調整池、沈砂池および地下発電所地点は、何れも花崗閃緑岩類の比較的良質なもので構成された地層の中に建設が予定されている。

1.2 Santa河の開発状況

Santa河には唯一の既設発電所であるCañón del Pato 発電所と現在計画中のEl Chorro 発電所がある。

Cañón del Pato 発電所は、Santa河の中流部に位置する大峡谷地帯を利用して標高1,800 m地点に取水ダムを設けたもので、延長9.0 kmの導水路で標高1,400 m地点にある発電所へ最大 $32 \text{ m}^3/\text{sec}$ の水を導き発電を行っている。その最大出力は100MWであるが、現在さらに50MWの出力を増設中である。

この増設に備えてSanta河の濁水流量を増加すべく最上流にRecreta貯水池を建設し、貯水容量 $110 \times 10^6 \text{ m}^3$ を得、それを季節調整することにより、Santa河の濁水量を $48 \text{ m}^3/\text{sec}$ とし、Cañón del Pato さらにはEl Chorro 発電所の常時電力を増加させる計画が進められている。

また、Cañón del Pato 発電所のピーク発電に対処するため、支流のQuitaracusa川に400,000 m^3 程度の調整容量を持つ調整池建設の計画も進められている。

El Chorro発電計画は、増設後のCañón del Pato 発電所の放流水 $48 \text{ m}^3/\text{sec}$ を延長19 kmの圧力トンネルでSanta河とManta川との合流点付近標高970 mに位置する発電所へ導き、その間の落差375 mを利用して最大150MWの発電を行うものである。

現在、この計画はフィジビリティスタディを終了し最終設計の準備中である。

その他の計画としては、Santa河開発公社(Corporación Peruana del Santa)が、Santa河とTablachaca川との合流点下流約4.0 km地点の右岸にChao-Viru灌漑計画のための取水口の建設を計画している。この計画の概要は、Santa河より最大 $80 \text{ m}^3/\text{sec}$ の農業用水を取水することにより、合計136,828 Haの耕地を開拓するものである。

1.3 開発計画の概要

1.3.1 発電計画

C-2発電計画は、El Chorro 発電所(計画中)の発電放流水をその放水路において取水すると同時に、Santa河の支流Manta川からも取水し合計 $50 \text{ m}^3/\text{sec}$ の水を12.7 kmの圧力トンネルで発電所に導き、落差167 mを得て、最大72,000 kWの出力で、年間 $630 \times 10^6 \text{ kWh}$ の発電を行い、発電後はC-3発電所用導水路に放流する。

Manta川の取水設備の概要は次に示すように、Manta川に高さ12.5 m、堤頂長62 mの取水コン

クリートダムを設ける。その左岸に最大取水量 $2.4 \text{ m}^3/\text{sec}$ の取水口を設け、その直下に沈砂地を付設する。それに引続き 350 m の導水路で C-2 発電所導水路が連系される。なお導水路の一部の 250 m は、その断面を直径 5.0 m に拡大し、調整用水室としての作用を持たせている。

C-2 導水路トンネルは、内径 4.8 m 、延長 12.7 km のコンクリート巻立の圧力トンネル 1 条とし、最大通水量は $50 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。

調圧水槽は、内径 8.2 m 、高さ 67 m の水室式調圧水槽で、上部に長さ 110 m の水室を設ける。水圧管路は埋設管とし鉄管は内径 4.8 m から 3.0 m までの 1 条で、発電所直前で分岐管により 3 条に分かれる。その延長は 239 m である。発電所は地下式とし、長さ 62 m 、幅 12 m 、高さ 29 m である。

発電所には、 $24,600 \text{ kW}$ のフランシス水車及び $26,700 \text{ kVA}$ の発電機が各々 3 台設置される。

C-3 発電計画は、C-2 発電所の発電放流水をその放水路において取水し、延長 18.3 km の導水路で、C-3 発電所へ導く。

一方、Santa 河の支流 Tablachaca 川に $650,000 \text{ m}^3$ の調整能力をもつ調整池を設け、これより取水した水を延長 9.1 km の導水路で発電所へ導く。これらの水は調圧水槽で合流し発電所に供給される。

これにより、C-3 発電所は基準最大使用水量 $80 \text{ m}^3/\text{sec}$ と基準有効落差 235 m で、最大出力 $158,000 \text{ kW}$ 、年間 $1,192 \times 10^6 \text{ kWh}$ の発電を行うものである。

発電設備の概要については、以下に示すように、C-3 調整池ダムは重力式コンクリートダムで、ダムの諸元は、高さ 57.5 m 、堤頂長 80.0 m である。堤頂には溢流式余水吐を設け、底部には土砂吐設備が設けてある。

取水口はダム左岸直上流に設け、その最大取水量は $30 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。

取水口より延長 40 m の導水トンネルで、沈砂池に導水され豊水期の流入土砂の激しい時期の排砂を行い、再び延長 9.1 km 、内径 3.8 m のコンクリート巻立圧力トンネル 1 条で最大通水量 $30 \text{ m}^3/\text{sec}$ が調圧水槽に導かれる。調圧水槽は内径 6.6 m 、高さ 96.2 m の水室式調圧水槽とし、上部および下部に水室を設ける。

C-2 発電所の無圧トンネル式放水路と、C-3 圧力トンネル式導水路との接続部には空気除去室を設ける。

水圧鉄管路は地下式で、鉄管は内径 4.8 m から 3.9 m までの 1 条で、発電所の直前で、分岐管により 3 条に分かれる。その延長は 325 m である。

発電所の形式は地下式とし長さ 96 m 、幅 22 m 、高さ 33 m である。

発電所には $54,000 \text{ kW}$ のペルトン水車及び $58,500 \text{ kVA}$ の発電機が各々 3 台設置される。

1.3.2 送変電計画

C-2 および C-3 発電所の発生電力は、各々発電所に隣接する屋外開閉所で 220 kV に昇圧

されこの計画のため、新設される送電線（C-2 発電所～C-3 発電所間 1 回線，20 km，C-3 発電所～Chimbote №1 変電所間 70 km）により，Chimbote 変電所に送電されるものとする。C-2 および C-3 発電所の電力は Chimbote №1 変電所の開閉所を通じて Lima 方面の中央系統向けと，Trujillo, Chiclayo, Piura 方面の北部系統と Chimbote 系統に分けられ需要地に送電される。

C-2 および C-3 発電所と Chimbote №1 変電所間には，電力線搬送による給電用電話回線 220 kV 送電線の保護のための電力線搬送継電装置，保守のための送電線故障点標定装置，C-3 調整池の水位および C-2 発電所取水水位などを監視するテレメーターなどの保安用通信設備を計画した。

第 2 章 水 文

2.1 Santa 河流域の地勢

Santa 河は、標高 4,010 m に位置する Conococha 湖にその源を発し、Ancash 州を二分するよう南から北へと流下し、支流 Manta 川との合流点附近でその流れを西方へと転じ、Chimbote 市の北方 13 km 地点で太平洋へ注ぐ延長 290 km の河川で、Peru 共和国太平洋岸に注ぐ河川の中でも最大のものである。その流域面積は 11,700 km² におよびそのうちの 83% にあたる約 9,700 km² に降雨が見られる。そして Santa 河を挟むように右岸側に Cordillera Blanca (白い山脈)、左岸側に Cordillera Negra (黒い山脈) と呼ばれる山脈が発達し、中でも Cordillera Blanca では雨期には降雨により、また乾期には山の頂きに万年雪となって残った氷が溶解し Santa 河を涵養している。

Cordillera Blanca は南は Conococha 湖に近い万年雪が覆う Rajutuna 山に始まり、北はやはり万年雪が覆う Champara 山に終る延長 170 km の山脈で、高さ 6,768 m をもつ Huascarán 山を最高峰に 6,000 m 級の山々が連なっている。

流域内のその他の特徴としては、Cordillera Blanca を覆う氷河の解氷によって生じた数多くの湖沼が見られる。代表的な湖沼としては Conococha, Querococh, Llanganuco, Paron 湖等が挙げられこれらは何れも標高 4,000 m 以上に位置する。

Santa 河には数多くの支流が流入しているが、その殆どの支流は Cordillera Blanca に源を発し右岸側に流入するものであり、対称的に左岸側には大きな支流は見られない。代表的な支流としては Pachacoto, Yanayaco, Olleros, Quilicay, Marcara, Llanganuco, Paron, Colcas, Cedros, Quitaracsa, Manta そして Tablachaca 川がある。中でも Tablachaca 川の流域の占める割合は大きく 3,180 km² と全流域の 27% にもおよぶ。

2.2 測水所および気象観測所

Santa 河の流域には 16ヶ所の測水所と 27ヶ所の気象観測所がある。それらの位置および観測期間は Fig-Ⅱ. 2. 1 に示す通りである。

本計画の検討に使用する測水所は Recreta, Pachacoto, Cedros, Balsa, Quitaracsa, Manta と Chuquicara の 7 測水所である。

2.3 降 雨

Santa 河流域の降雨観測網は非常に整備されており、現在 27 の観測所が稼働している。この流域の降雨形態は、Fig-Ⅱ. 2. 2 に示す等雨量線図からも判るよう Cordillera Blanca 沿いの年平均降雨は 1,200 mm を上廻り、標高 2,000 m 以下の地域では年平均降雨は 300 mm 以下と極端に減少する。この地域の年平均降雨は 700 mm 程度である。一般的に降雨量は Fig-Ⅱ. 2. 3 に

示すように他の山岳地帯と同様乾期と雨期の差が顕著である。

一般に Andes 山岳地域の気象を左右するのは、Chile 沖に中心を持つ定常的な太平洋高気圧と、太平洋岸に沿って Ecuador 共和国と Peru 共和国の国境附近まで北上する Humboldt 海流および Amazon 地域の気圧配置であって、移動性の高気圧や低気圧は通常全く無い。

夏期（10月～4月）においては、Amazon を中心とし Andes 山脈東斜面に及ぶ広範囲な熱性低気圧が発生し、激しい上昇気流を起す、一方、太平洋高気圧から低気圧に向う季節風が強くなり Andes 山脈西斜面に吹きつける。また、前線が太平洋から Peru 山岳地帯へと伸びる。これらの影響で Andes 山岳地域では夏期に曇天が多く雨期となる。

一方、冬期（5月～9月）においては Amazon 地方を太西洋高気圧が覆うようになり、Chile 沖に中心を持つ太平洋高気圧と共に、全般に気圧勾配がゆるくなって季節風も弱まり晴天が続き乾期となる。

このように Andes 山岳地域の気象は、雨期と乾期に大別され極めて安定した周期性をもって変化している。

2.4 河川流量

本検討に用いる7ヶ所の測水所の月別流量は Table - III. 2. 1～III. 2. 7 に示す通りである。また比流量（流域面積 100 km² 当り流量）を Table - III. 2. 8 に示す。

Table-III. 2. 8 Specific Run-off at Gaging Stations

| Gaging Station | Catchment Area (km ²) | Annual AVERAGE Run-off (m ³ /sec) | Specific Run-off (l/sec/km ²) |
|----------------|-----------------------------------|--|---|
| Recreta | 290 | 3.2 | 10.9 |
| Pachacoto | 202 | 4.5 | 22.1 |
| Cedros | 115 | 3.5 | 30.4 |
| Balsa | 4,260 | 89.8 | 21.1 |
| Quitaracsa | 385 | 11.3 | 29.4 |
| Manta | 560 | 10.1 | 18.0 |
| Chuquicara | 3,180 | 33.9 | 10.7 |

2.5 計画地点の流量算定

2.5.1 流量資料

本検討に用いる流量資料は前記7ヶ所の測水所の資料である。これらの測水所は何れも日流量資料が整備されているが今回はプレ・フィジビリティ・スタディであるので月流量を用いて検討を行う。また流量算定期間については Recreta, Pachacoto, Cedros, Balsa, Quitaracsa の5測水所については、1953年9月から1976年8月までの23年間とし、Manta 測水所については1968年9月より1969年8月と1971年9月より1976年8月までの6年間、また Quitaracsa 測水所については、1966年9月から1969年8月と1972年9月から1976年8月までの7年間の資料を夫々用いることにした。

2.5.2 流量資料の補足

Cedros, Balsa, Quitaracsa 測水所の流量資料には若干の欠測が含まれている。この欠測を補填すべく Recreta, Pachacoto 両測水所の流量との相関関係を求めたが、何れの場合についても雨期である12月から4月までの相関性はかなり高いものの、その他の月については明確な相関関係を見ることが出来ない。これは乾期の流出は降雨によるものではなく、Cordillera Blanca を覆う氷河が太陽熱によって溶解し表面流出したり、また伏流水となって流下する等の間接的な気象状況によって流出量に変化するためと考えられる。これらに加えて欠測が23年間の流量資料の中で各月当り1～2ヶ月程度であることから、今回は各月の流量の平均値をもって欠測月の流量として用いることにした。

2.5.3 計画地点の流量

○発電計画の流量算定にあたっては以下の点について考慮した。

(1) 増設後 Cañón del Pato 発電所の取水量

INIE は Santa 河の最上流部 Recreta 地点にダムを築造し、有効貯水容量 $110 \times 10^6 \text{ m}^3$ を得て、Cañón del Pato 発電所を始めとする現在計画中の下流側発電所群に対して湧水補給することを計画している。したがって下記に述べる方法で Cañón del Pato 発電所の将来における可能取水量の算定を行う。

- 1) Recreta 貯水池のマス・カーブを月流量により計算する。なお、貯水池への流入量は、Recreta 測水所の120%流量と Pachacoto 測水所の流量の100%が流入するものとする。但し、その内 Recreta 測水所の20%流量、Pachacoto 測水所の100%流量は溪流取水であり、その開水路の最大通水容量は $15 \text{ m}^3 / \text{sec}$ である。また、開水路の延長が35 km と長いので、通水量に対する損失率を5%、それから、貯水池よりの蒸発損失も考慮する。なお蒸発量については2.6項で述べる。以上により作成されたマス・カーブを Fig-III. 2.4 に示す。

ii) 増設後の Cañón del Pato 発電所の最大取水量は $48.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。但し、そのうちの $0.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ は沈砂池の排砂用として使われる。したがって、Balsa, Cedros, Quitaracsa の3測水所の合計流量より Recreta 貯水池への流入量を差引いた流量が $48.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ 以上確保されていれば問題ないが、それ以下になった場合には上流の Recreta 貯水池より補給を受け $48.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ 確保するようにする。Table-Ⅱ. 2. 9 に計算された流量を示す。また、Recreta 貯水池より補給を受けない時の Cañón del Pato 発電所の $48.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ に対する不足流量を Table - Ⅱ. 2. 10 に示す。

iii) i), ii) の結果、Cañón del Pato 発電所の流量不足は7～9月の3ヶ月間に集中している。従って Recreta 貯水池の操作方法は、6月の末に貯水池を満水にし9月の末に空になるような運転をし、Cañón del Pato 発電所への濁水補給を行う。Table-Ⅱ. 2. 11 に補給水量を示す。その結果同発電所の可能取水量は Table-Ⅱ. 2. 12 に示すようになる。

(2) Manta 川取水口地点の流量

Manta 測水所と取水口の位置とは異なるが、この流域の特性を考慮した場合、流量は大きな変動をしないと判断し、測水所で記録された流量と取水地点の流量は等しいとした。なお、Manta 川の流況を Fig-Ⅱ. 2. 5 に示す。

(3) O-3 ダム地点の流量

O-3 ダム地点の流量は、Chuquicara 測水所の流量と等しいとする。Fig-Ⅱ. 2. 6 に Tablachaca 川の流況を示す。

2.6 気温および蒸発

今回入手した蒸発に関する資料は、Table-Ⅱ. 2. 14 と Ⅱ. 2. 15 に示すように Lampas Alto, Querococha, Safuna の3地点で観測されたものである。しかし Safuna で観測された値は他の2ヶ地点に比べて低いのでこのスタディーでは除くこととし、前者2測水所の平均値をもって蒸発量を算定した。但し貯水池からの蒸発量として用いる場合はこの蒸発量の75%値を使用した。各月別の蒸発量を Table-Ⅱ. 2. 16 に示す。また平均気温を Table-Ⅱ. 2. 17 に示す。

これらの観測所は何れも標高4,000 m 付近にあり計画区域を大きくはずれている。したがって計画区域内に観測所を設けて永続的な観測を行う必要がある。

2.7 設計洪水量

O-2 発電計画の溪流取水地点である Manta 川および O-3 調整池を設ける Tablachaca 川では Fig-Ⅱ. 2. 1 から判るように、満足すべき資料は6～7年間しか得られておらず、これらの資料から洪水量を推定するのは難しい。したがって今後とも、両河川について長期かつ安定した観測を永続的に行うことが必要である。

今回はプレ・フィジビリティ・スタディであるので各地点の洪水量はこれらの流量記録を基

に Foster 法を用いて算出した。その結果を Table-III. 2. 18 に示す。

Table-III. 2. 18 Probable Flood Discharge

Unit; m³/sec

| Return Period
(Year) | Intake Dam
of Rio Manta | C-3 Dam
of Rio Tablachaca |
|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 2 | 75 | 330 |
| 5 | 90 | 370 |
| 20 | 115 | 610 |
| 100 | 150 | 880 |
| 1000 | 185 | 1,300 |

以上により各サイトの計画洪水量は100年確率洪水量の1.2倍とした。したがって、Manta取水口は180m³/sec、C-3ダム地点は1,100m³/secとした。

2.8 堆 砂

2.8.1 C-3調整池の堆砂

C-3調整池を設ける Tablachaca 川の流下土砂については、今迄に定期的なデータを採取した事はなく、現時点では確実にその量を決定する事は不可能である。今回の調査で Tablachaca 川、Manta 川および Santa 河の3河川の水を採取し、その中に含まれる浮遊土砂量を分析した。この結果と長期に亘る Santa 河の浮遊土砂量に関する既存のデータとの関連から、Tablachaca 川の概略の流下浮遊土砂量を推定すると約1,500,000m³/年であり、また、河床流下土砂量を浮遊土砂量と同一と仮定すると、年間3,000,000m³の土砂がC-3調整池へ流入することになる。また、この流入は豊水期の4ヶ月間にその90%以上が流入すると推定されるので750,000m³/月となる。この数字は排砂設備を有さない場合は、僅か1ヶ月間でC-3調整池はその調整能力を失うことを意味している。

2.8.2 C-3調整池内の堆積土砂の処理について

Tablachaca 川は、Santa 河との合流点より上流約10km 区間は約 $\frac{1}{50}$ の河床勾配であり、その地点より上流は1.0km にわたり急峻な峡谷となっており、平均河床勾配は $\frac{1}{15.8}$ と非常な急勾配となっている。その峡谷を過ぎると平均勾配 $\frac{1}{38}$ 程度の状態が5~10km 続いている。

(Fig-III. 2. 7 参照)

本検討のダム建設予定地点は前記1.0km の峡谷の中間で、ダム地点より上流約500m区間は

1/19の勾配であり、それより上流は前述のように1/38の河床勾配となっている。

この調整池の満水位は758m低水位は743mである。この調整池用ダム下部、標高725m附近に2.50×2.50mの排砂ゲート2門を設け、豊水期にこのゲートを全開すると湛水池内の堆砂面は、上流側の自然河床勾配である $\frac{1}{38}$ 以上の勾配となり、調整池に堆積した土砂は排砂ゲートより排砂されることになる。換言すれば、豊水期には0-3調整池で必要とする水量以外は下部排砂ゲートより放流し、また、土砂の堆積状況によっては必要に応じ、豊水期以外であっても土日曜日および夜間のオフ・ピーク時に調整池水面を下げ、調整池内の排砂を排砂ゲートの操作で行い、調整池の有効容量を確保するようにするものである。なお、排砂の方法については、今後の調査の進行に合わせ研究する必要がある。

〔参 考〕

(i) 1978年3月8日のSanta, Manta, Tablachaca川の1ℓの水の中に含まれる土砂の含有量と、サンタ河を100%とした場合のその他の河川の比率を下記に示す。

| 河 川 名 | 土砂の含有量 | 比 率 |
|--------------|-----------|-------|
| Santa 河 | 0.206 g/ℓ | 100 % |
| Manta 川 | 0.028 g/ℓ | 14 % |
| Tablachaca 川 | 0.322 g/ℓ | 156 % |

(ii) INIEの実測調査によるSanta河の年間流下土砂量

$$V = 3,000,000 \text{ m}^3/\text{年}$$

(iii) 年平均流量

| | | |
|-------------------------------|------------------------|-------|
| Santa 河 (Balsa 測水所) | 94 m ³ /sec | 100 % |
| Tablachaca 川 (Chuquicara 測水所) | 30 m ³ /sec | 32 % |

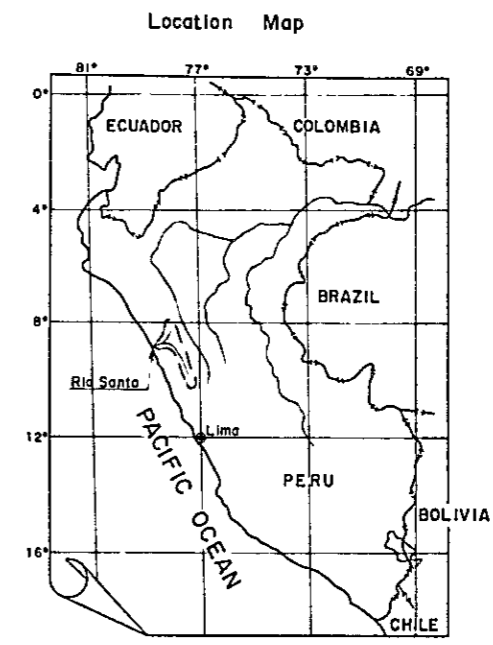
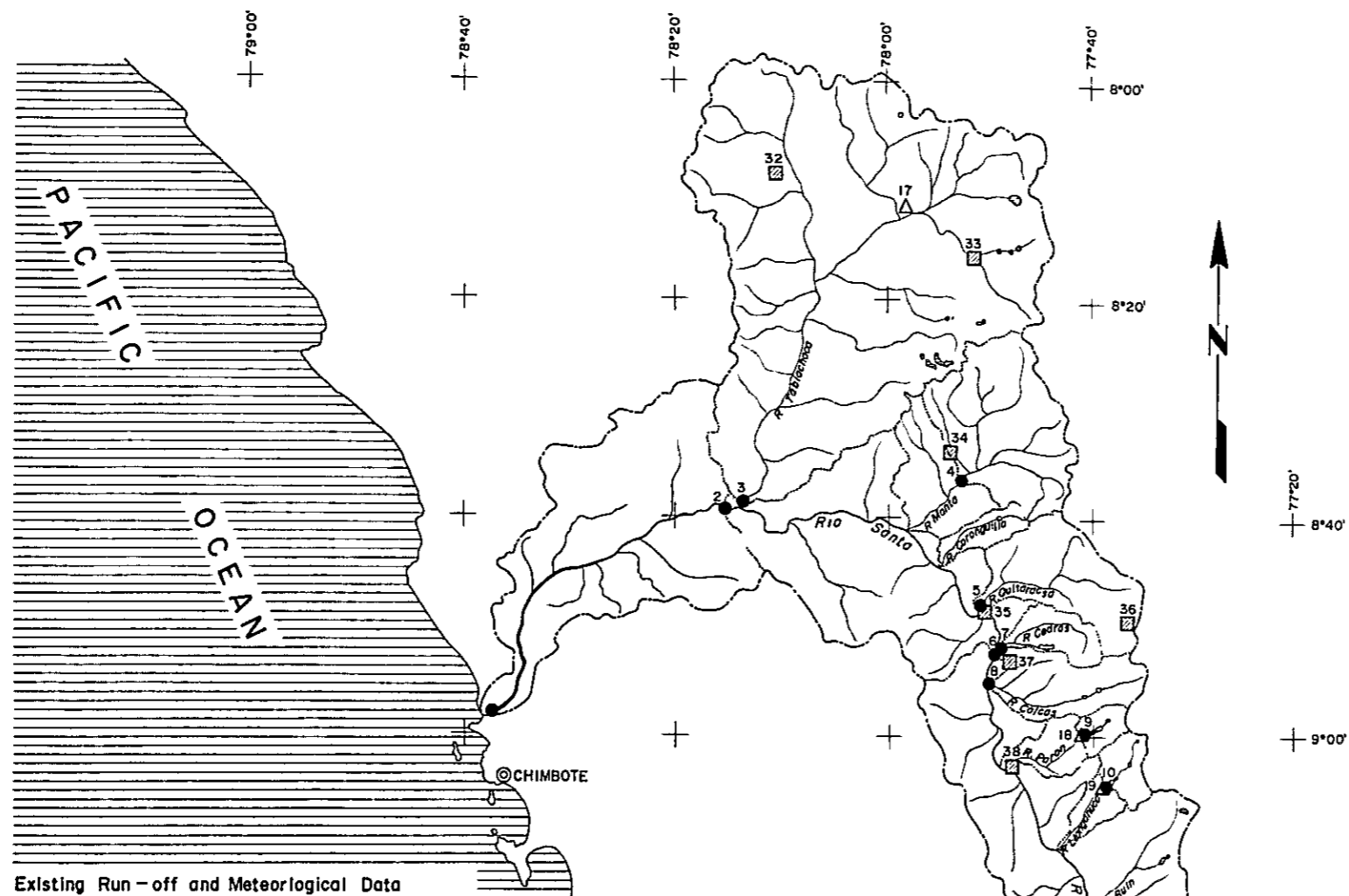
(iv) Tablachaca 川の年間流下土砂量

河床流下土砂量は浮遊土砂量と同量と仮定する。

$$V = 3,000,000 \text{ m}^3/\text{年} \times 2 \times 1.56 \times 0.32 \doteq 3,000,000 \text{ m}^3/\text{年}$$

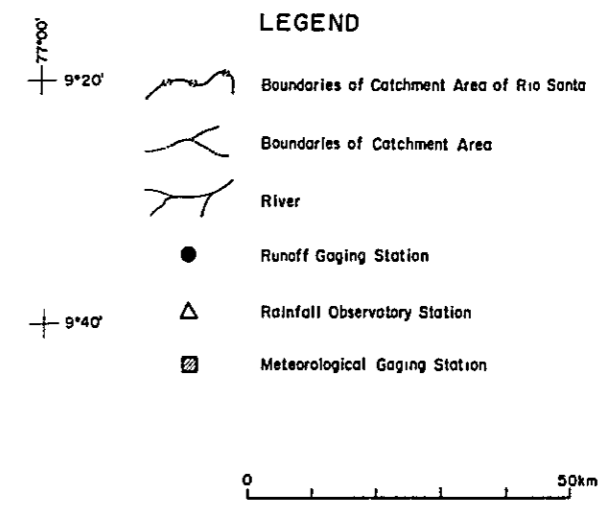
(v) 月間流下土砂量

$$3,000,000 \text{ m}^3 \div 4 \text{ ヶ月} = 750,000 \text{ m}^3/\text{月}$$



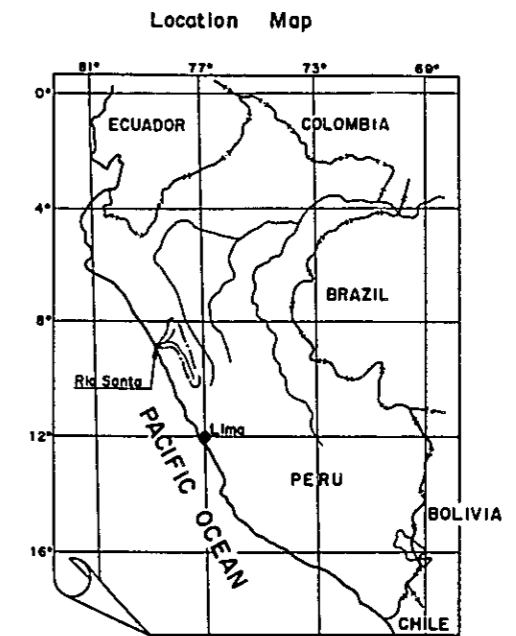
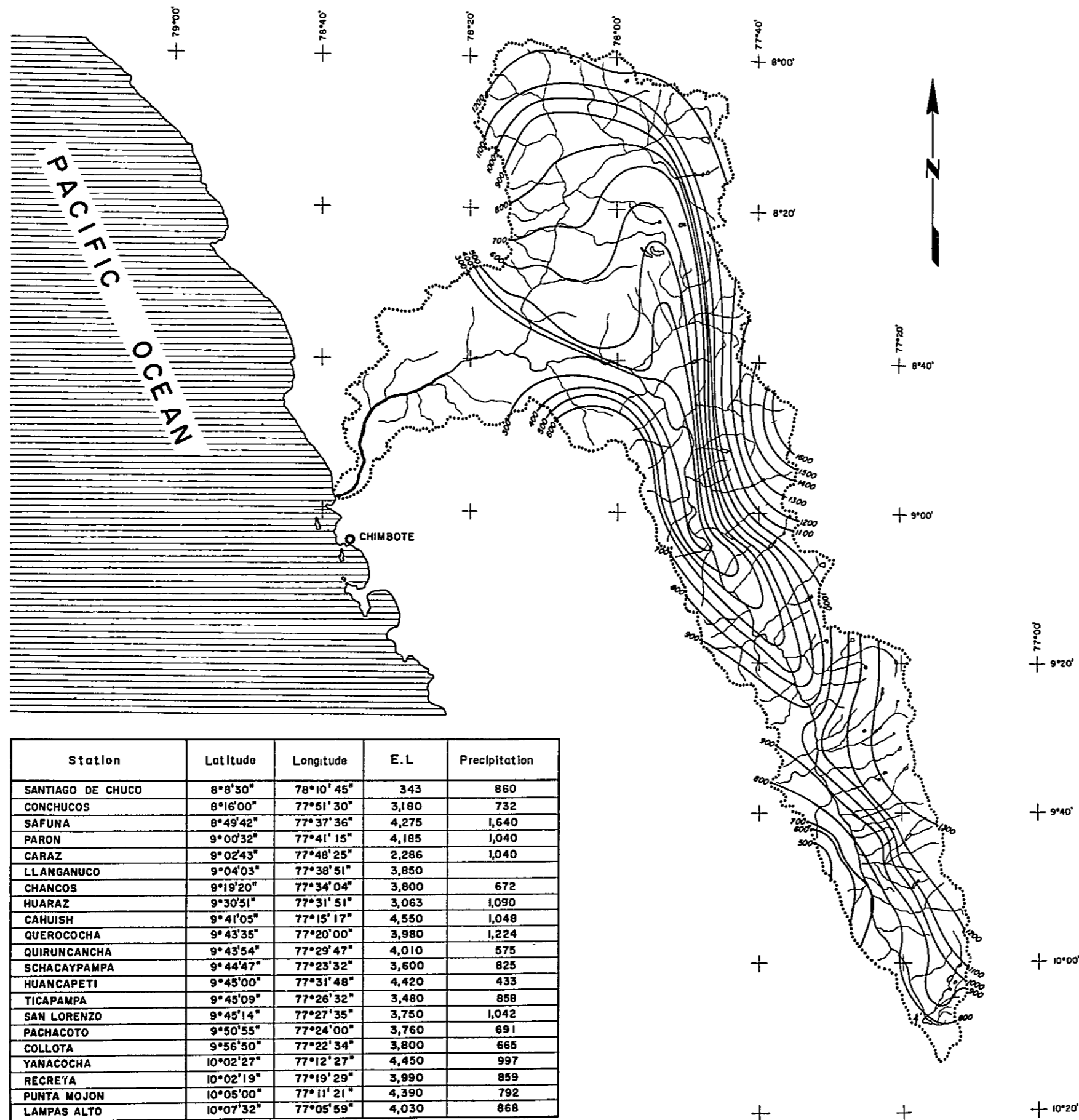
Existing Run-off and Meteorological Data

| Station | Latitude | Longitude | E L | Period | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------|-----------|------|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | | | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 |
| 1 PTE CARRETERA ● | 8°58'00" | 78°38'00" | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 CONDORCERO ● | 8°39'14" | 78°15'29" | 450 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 CHUQUICARA ● | 8°38'42" | 78°13'35" | 500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 MANTA ● | 8°36'31" | 77°53'03" | 1920 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 QUITARACSA ● | 8°47'56" | 77°51'08" | 1480 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 Balsa ● | 8°52'27" | 77°49'47" | 1880 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 CEDROS ● | 8°51'51" | 77°49'14" | 1990 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 COLCAS ● | 8°55'10" | 77°50'20" | 2050 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 PARON ● | 8°59'49" | 77°41'15" | 4100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 LLANGANUCO ● | 9°04'40" | 77°38'45" | 3850 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 CHANCOS ● | 9°19'05" | 77°33'48" | 2940 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 QUILLCAY ● | 9°31'12" | 77°31'41" | 3042 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 QULLEROS ● | 9°40'03" | 77°27'27" | 3550 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 QUEROCOCHA ● | 9°43'35" | 77°20'00" | 3980 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 PACHACOTO ● | 9°50'55" | 77°24'01" | 3700 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 RECRETA ● | 10°02'19" | 77°19'29" | 3990 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 MOLLEPATA Δ | 8°11'30" | 77°58'00" | 2716 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 PARON Δ | 9°00'32" | 77°41'15" | 4185 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 LLANGANUCO Δ | 9°04'53" | 77°38'51" | 3850 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 CHANCOS Δ | 9°19'20" | 77°34'04" | 3800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 CAHUISH Δ | 9°41'05" | 77°15'17" | 4550 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 QURUNCANCHA Δ | 9°43'54" | 77°29'47" | 4010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 SCHACAYPAMPA Δ | 9°44'47" | 77°23'32" | 3600 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 HUANCAPETI Δ | 9°45'00" | 77°31'48" | 4420 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 TICAPAMPA Δ | 9°45'09" | 77°26'32" | 3480 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 PACHACOTO Δ | 9°50'55" | 77°24'00" | 3760 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 COLLOTA Δ | 9°56'50" | 77°22'34" | 3800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 YANACOCHA Δ | 10°02'27" | 77°12'27" | 4450 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 RECRETA Δ | 10°02'19" | 77°19'29" | 3990 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 PUNTA MOJON Δ | 10°05'00" | 77°11'21" | 4390 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 CONOCHOCHA Δ | 10°07'00" | 77°17'25" | 4020 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 STGO DE CHUCO ■ | 8°08'30" | 78°10'45" | 343 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 CONCHUCOS ■ | 8°16'00" | 77°51'30" | 3180 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 CORONGO ■ | 8°34'20" | 77°54'20" | 3192 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 HIDROLECTRA ■ | 8°48'42" | 77°50'49" | 1386 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 SAFUNA ■ | 8°49'42" | 77°37'36" | 4275 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 SANTA ■ | 8°53'00" | 77°48'20" | 1380 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 CARAZ ■ | 9°02'43" | 77°48'25" | 2286 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 HUARAZ ■ | 9°30'51" | 77°31'51" | 3063 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 RECUAY ■ | 9°43'30" | 77°28'00" | 3420 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 QUEROCOCHA ■ | 9°43'35" | 77°20'00" | 3980 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 SAN LORENZO ■ | 9°45'14" | 77°27'35" | 3750 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 LAMPAS ALTO ■ | 10°07'32" | 77°13'42" | 4030 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |






Source INIE

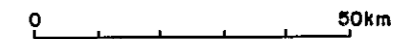
Fig.-III.2.1 Location Map of Gaging Station



LEGEND

-  Boundaries of Catchment Area
-  River and Lake
-  Isohyetal Line

Note: Isohyetal map based on the data observed from Sep. 1971 to Aug. 1972



Source: INIE

| Station | Latitude | Longitude | E. L | Precipitation |
|-------------------|------------|------------|-------|---------------|
| SANTIAGO DE CHUCO | 8°8'30" | 78°10' 45" | 343 | 860 |
| CONCHUCOS | 8°16'00" | 77°51' 30" | 3,180 | 732 |
| SAFUNA | 8°49'42" | 77°37' 36" | 4,275 | 1,640 |
| PARON | 9°00'32" | 77°41' 15" | 4,185 | 1,040 |
| CARAZ | 9°02'43" | 77°48' 25" | 2,286 | 1,040 |
| LLANGANUCO | 9°04'03" | 77°38' 51" | 3,850 | |
| CHANCOS | 9°19'20" | 77°34' 04" | 3,800 | 672 |
| HUARAZ | 9°30'51" | 77°31' 51" | 3,063 | 1,090 |
| CAHUISH | 9°41'05" | 77°15' 17" | 4,550 | 1,048 |
| QUEROCOCHA | 9°43'35" | 77°20' 00" | 3,980 | 1,224 |
| QUIRUNCANCHA | 9°43'54" | 77°29' 47" | 4,010 | 575 |
| SCHACAYPAMPA | 9°44'47" | 77°23' 32" | 3,600 | 825 |
| HUANCAPETI | 9°45'00" | 77°31' 48" | 4,420 | 433 |
| TICAPAMPA | 9°45'09" | 77°26' 32" | 3,480 | 858 |
| SAN LORENZO | 9°45'14" | 77°27' 35" | 3,750 | 1,042 |
| PACHACOTO | 9°50'55" | 77°24' 00" | 3,760 | 691 |
| COLLOTA | 9°56'50" | 77°22' 34" | 3,800 | 665 |
| YANACOCHA | 10°02' 27" | 77°12' 27" | 4,450 | 997 |
| RECREYA | 10°02'19" | 77°19' 29" | 3,990 | 859 |
| PUNTA MOJON | 10°05'00" | 77°11' 21" | 4,390 | 792 |
| LAMPAS ALTO | 10°07'32" | 77°05' 59" | 4,030 | 868 |

Fig.-III.2.2
Isohyetal Map of Rio Santa Basin

.

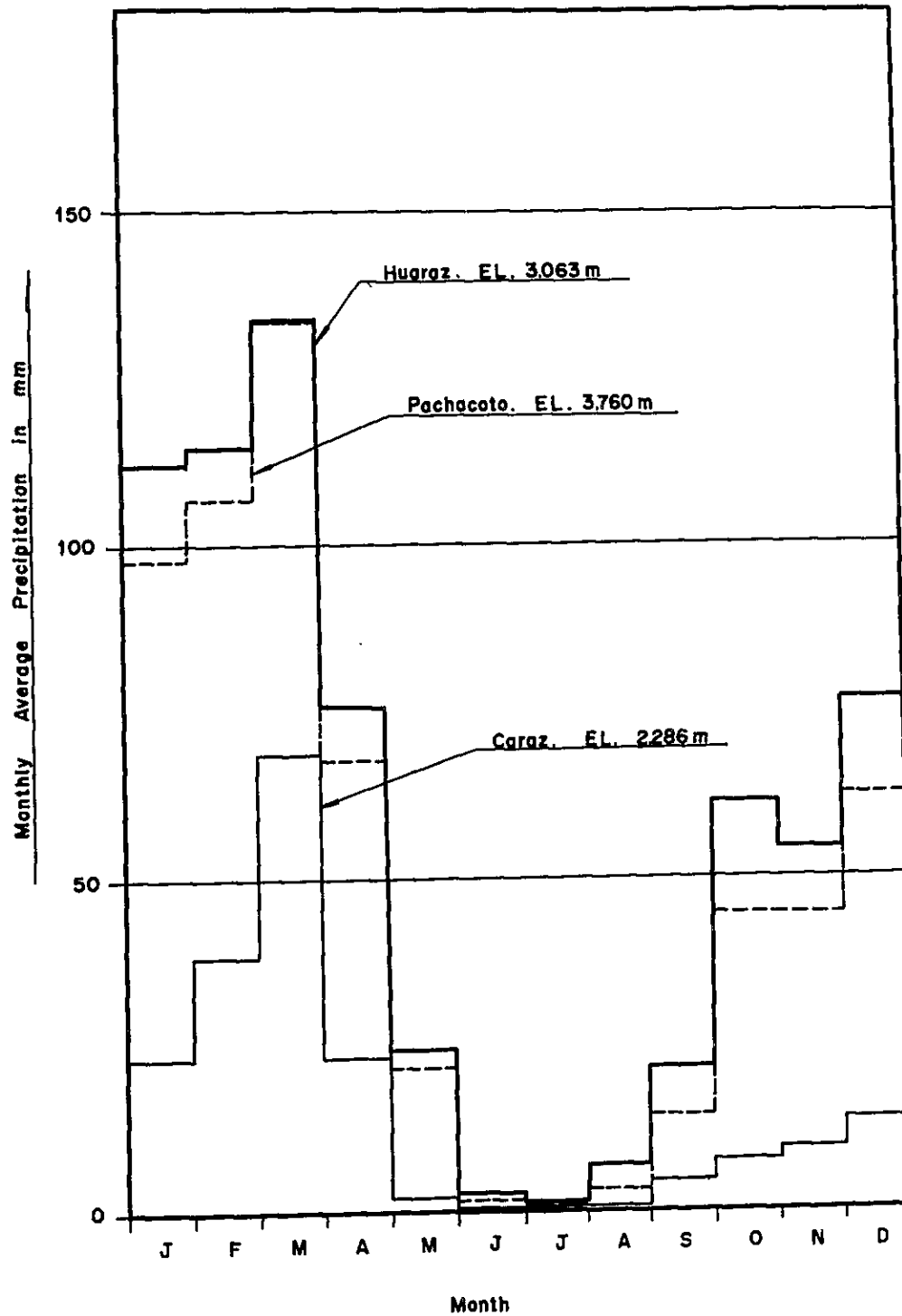
.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

11
12
13
14
15

16
17
18

Fig-III.2.3 Monthly Average Precipitation



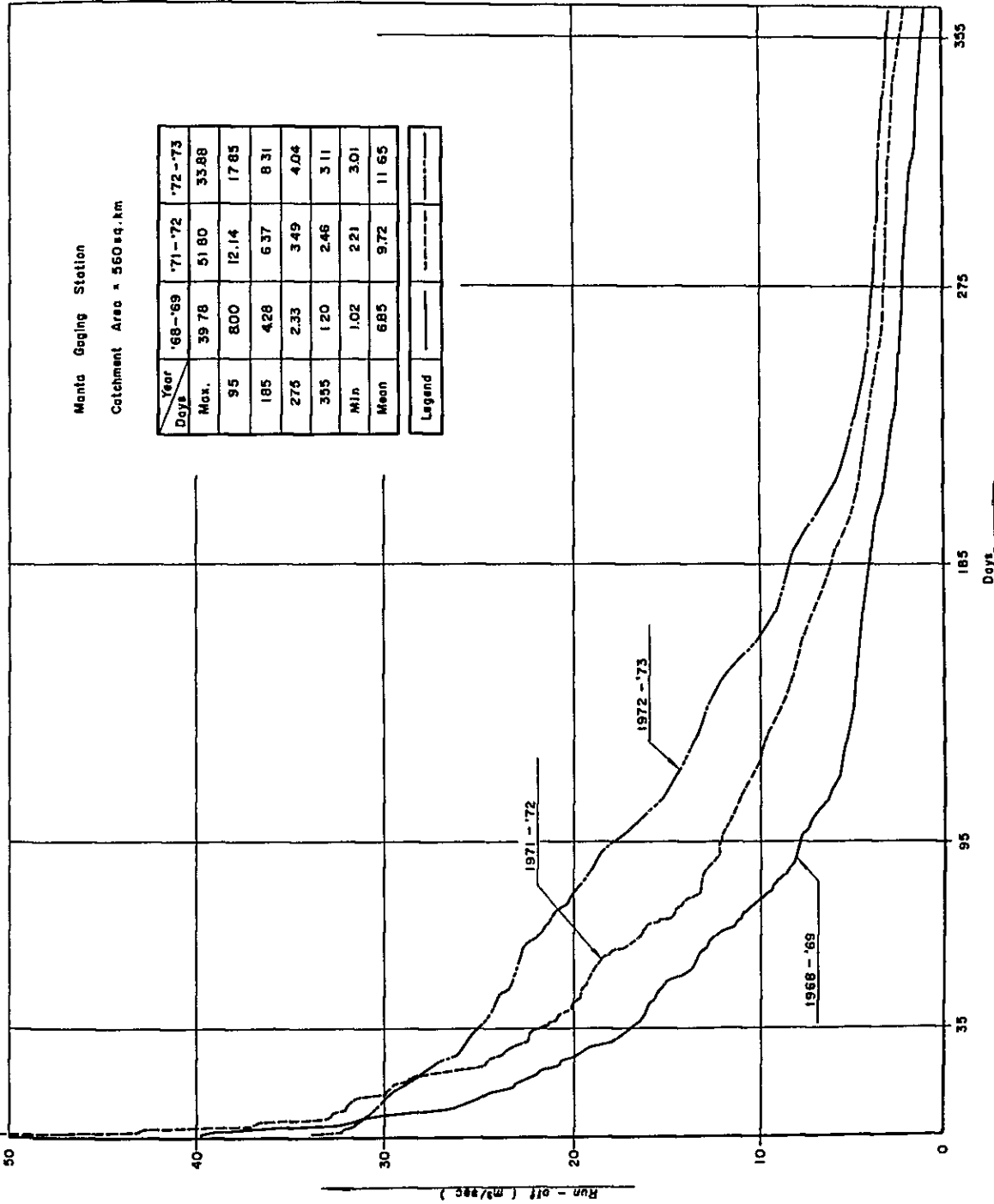
Vertical line of noise or artifacts.

Small noise artifact.

Small noise artifact.

Fig.- III.2.5 (1)

Run-off Duration Curve of Manta River



Manta Gaging Station

Catchment Area = 560sq.km

| Year | '68-'69 | '71-'72 | '72-'73 |
|------|---------|---------|---------|
| Days | 39.78 | 51.80 | 33.88 |
| Max. | 95 | 800 | 12.14 |
| | 185 | 428 | 6.37 |
| | 275 | 2.33 | 3.49 |
| | 355 | 1.20 | 2.46 |
| Min | 1.02 | 2.21 | 3.01 |
| Mean | 6.85 | 9.72 | 11.65 |

Fig-III.2.5 (2) Run-off Duration Curve of Manta River

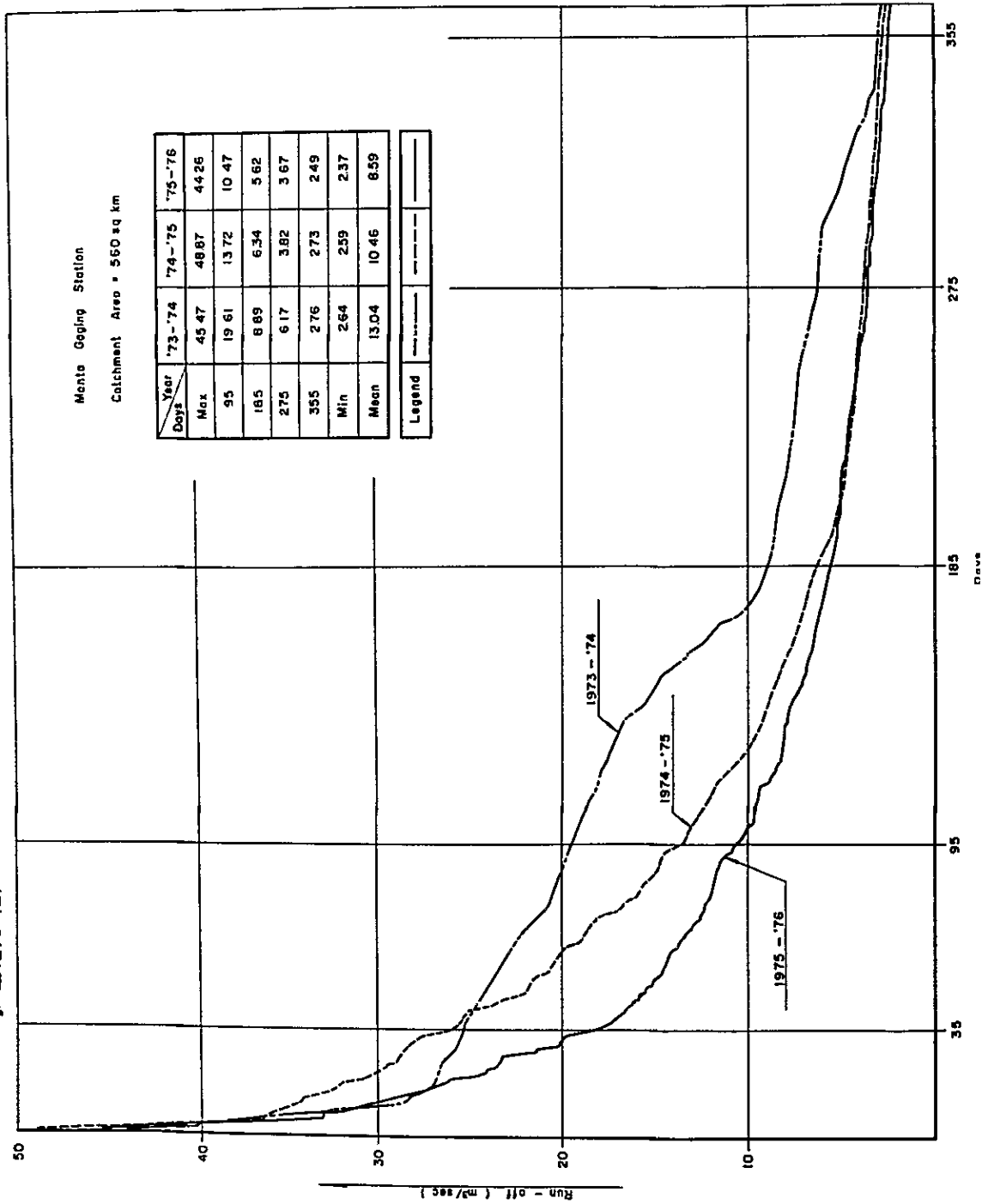


Fig - III.2.6 (1) Run-off Duration Curve of Tablachaca River

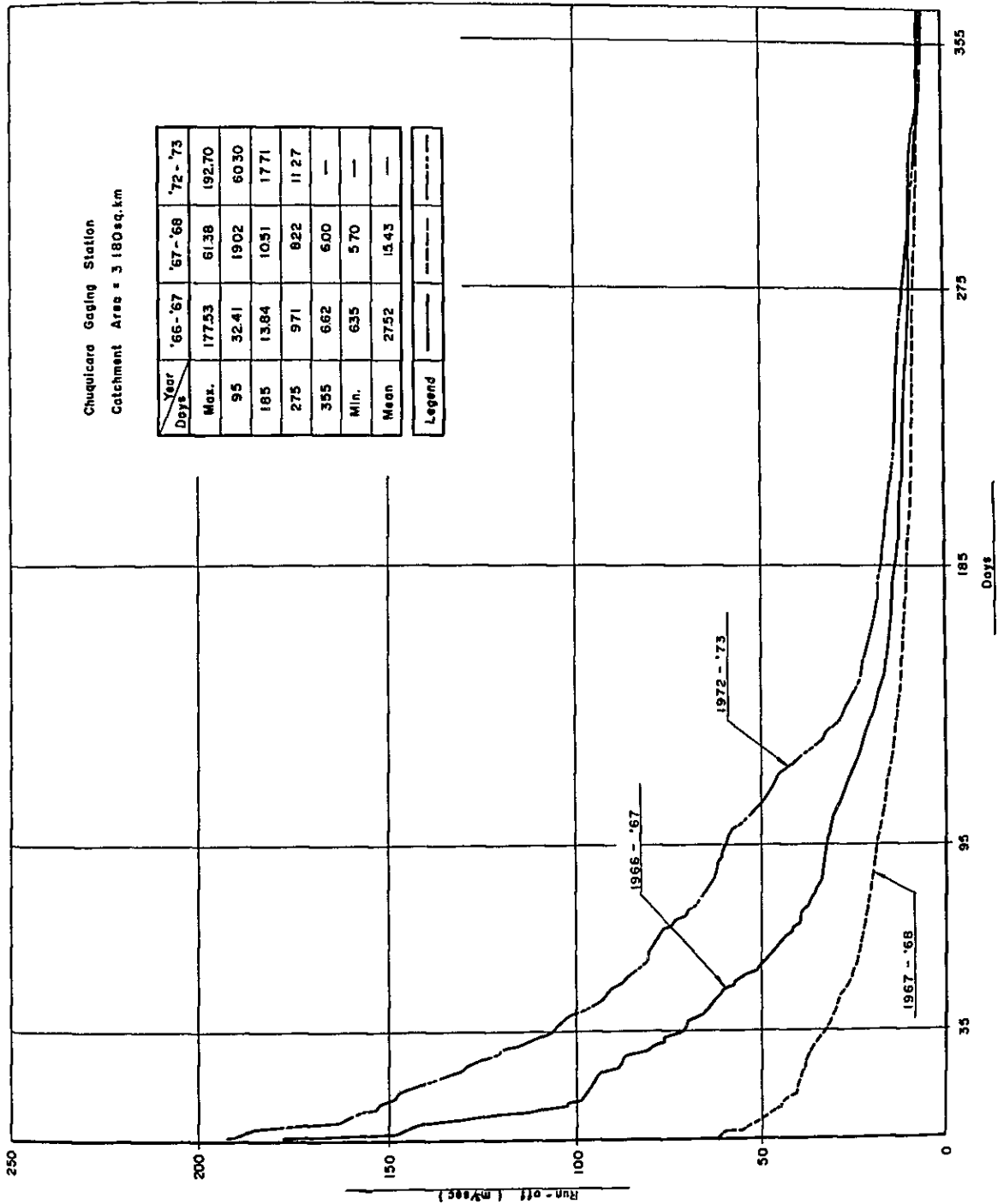


Fig - III.2.6 (2) Run-off Duration Curve of Tablachaca River

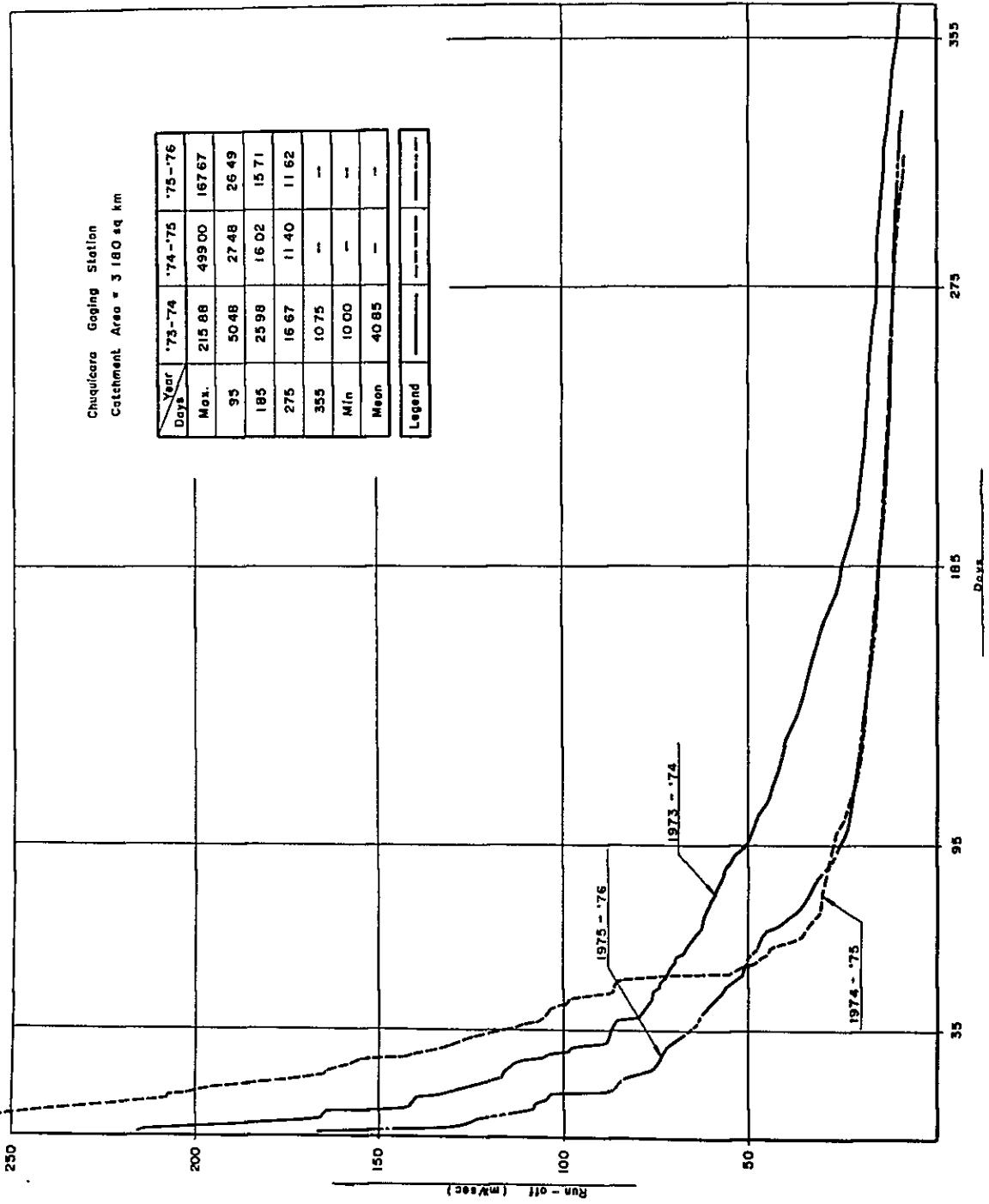


Fig - III.2.7 Profile of Tablachaca River and Estimated Deposit Surface in the C-3 Pondage

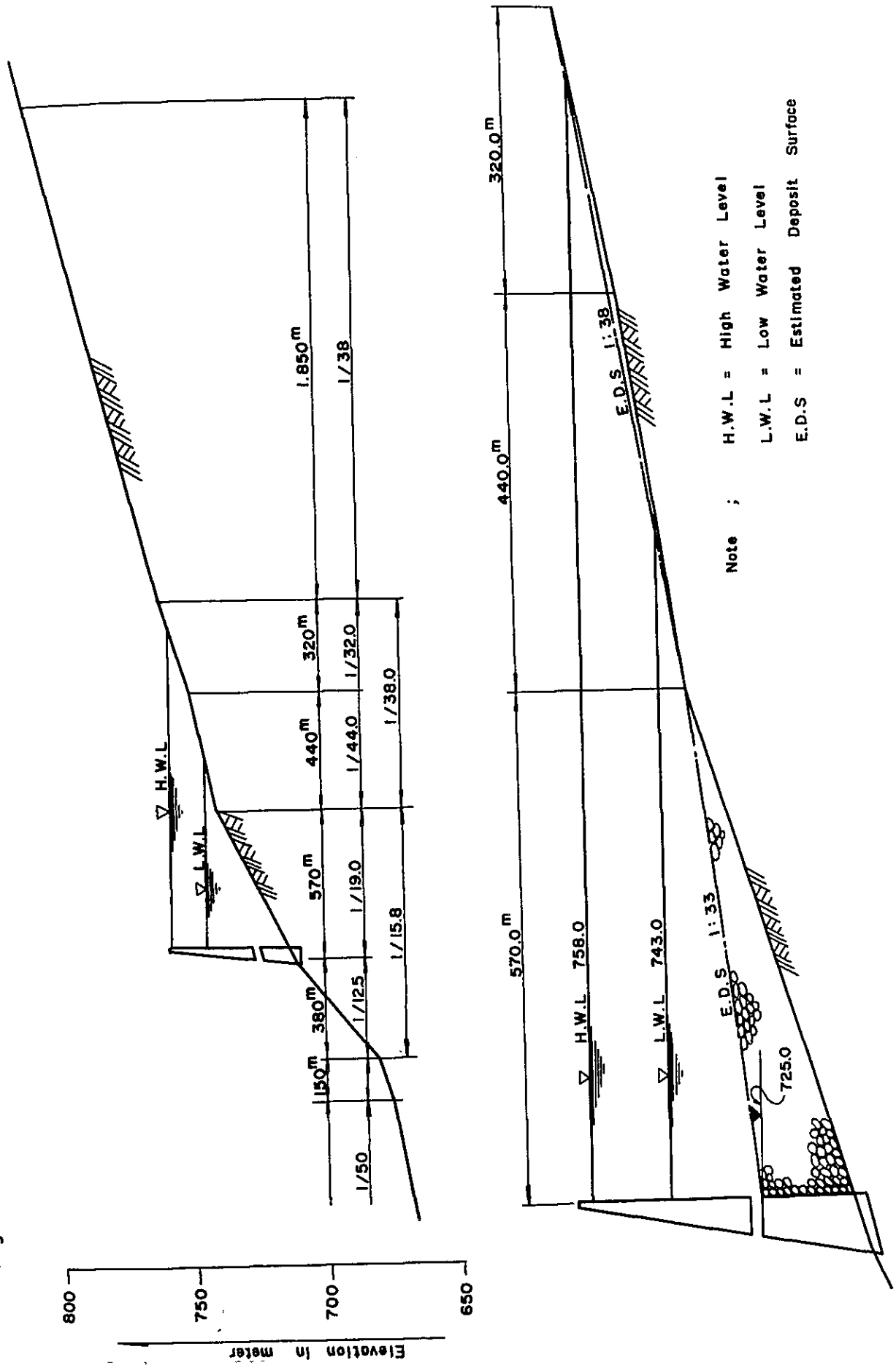


Table - III.2.1 Monthly Run-off at Recreeta Gaging Station

| YEAR | STATION | | | | | | | | | | | | ANNUAL |
|-----------|------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|-------|-------|-------|----------|
| | RIVER, IN THE BASIN OF | | | | | | RECREETA | | | | | | |
| | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun | Jul. | Aug. | |
| '53 ~ '54 | 13.23 | 19.05 | 72.44 | 69.60 | 225.38 | 199.21 | 249.80 | 99.51 | 47.63 | 19.19 | 18.94 | 15.01 | 1,048.99 |
| '54 ~ '55 | 16.41 | 20.86 | 41.70 | 42.34 | 122.70 | 265.81 | 416.81 | 140.50 | 68.99 | 39.21 | 26.57 | 21.65 | 1,223.55 |
| '55 ~ '56 | 21.09 | 18.68 | 23.43 | 50.37 | 84.49 | 233.93 | 288.56 | 279.62 | 95.91 | 29.04 | 29.18 | 28.22 | 1,182.52 |
| '56 ~ '57 | 31.79 | 65.19 | 25.01 | 35.13 | 62.86 | 193.75 | 205.02 | 129.23 | 54.62 | 25.02 | 19.78 | 16.64 | 864.04 |
| '57 ~ '58 | 14.88 | 18.88 | 33.72 | 63.08 | 92.07 | 168.36 | 314.43 | 102.10 | 41.43 | 18.85 | 17.22 | 15.37 | 900.39 |
| '58 ~ '59 | 14.99 | 30.43 | 33.08 | 44.48 | 53.33 | 178.23 | 384.09 | 176.01 | 82.61 | 28.65 | 22.62 | 20.57 | 1,069.09 |
| '59 ~ '60 | 16.31 | 42.28 | 38.95 | 147.46 | 180.97 | 276.01 | 282.94 | 192.94 | 89.98 | 38.13 | 28.32 | 24.63 | 1,358.92 |
| '60 ~ '61 | 15.34 | 29.82 | 51.60 | 58.77 | 163.61 | 298.05 | 301.93 | 213.60 | 79.10 | 35.69 | 26.87 | 21.09 | 1,195.47 |
| '61 ~ '62 | 20.21 | 16.15 | 74.45 | 194.81 | 258.05 | 259.35 | 510.08 | 252.30 | 79.10 | 40.30 | 27.92 | 21.27 | 1,753.99 |
| '62 ~ '63 | 20.43 | 20.39 | 31.20 | 43.85 | 124.40 | 279.85 | 528.22 | 242.05 | 76.83 | 34.48 | 25.90 | 16.44 | 1,444.04 |
| '63 ~ '64 | 12.61 | 22.16 | 54.32 | 120.77 | 103.76 | 237.96 | 353.92 | 219.22 | 77.42 | 38.44 | 25.51 | 21.19 | 1,287.24 |
| '64 ~ '65 | 18.89 | 24.90 | 53.37 | 40.68 | 54.74 | 105.31 | 331.20 | 121.79 | 39.72 | 21.92 | 21.69 | 18.35 | 852.76 |
| '65 ~ '66 | 17.86 | 23.66 | 29.24 | 50.36 | 140.56 | 93.12 | 161.38 | 58.12 | 36.72 | 20.03 | 18.60 | 16.12 | 665.77 |
| '66 ~ '67 | 16.76 | 46.27 | 41.41 | 55.71 | 124.57 | 473.57 | 447.15 | 93.35 | 55.03 | 34.07 | 32.13 | 25.44 | 1,445.46 |
| '67 ~ '68 | 22.99 | 90.28 | 44.11 | 50.54 | 52.82 | 59.95 | 125.86 | 41.13 | 21.17 | 15.11 | 13.22 | 12.24 | 549.42 |
| '68 ~ '69 | 11.37 | 20.98 | 36.24 | 32.73 | 32.74 | 61.83 | 135.62 | 146.00 | 23.10 | 14.06 | 13.23 | 11.60 | 539.50 |
| '69 ~ '70 | 11.23 | 12.23 | 40.36 | 207.09 | 398.36 | 132.74 | 188.81 | 173.15 | 143.81 | 47.05 | 25.93 | 18.17 | 1,398.93 |
| '70 ~ '71 | 32.99 | 49.51 | 64.95 | 143.18 | 177.37 | 271.52 | 441.79 | 193.02 | 51.00 | 26.95 | 19.81 | 18.87 | 1,490.66 |
| '71 ~ '72 | 14.07 | 15.54 | 13.24 | 84.82 | 179.95 | 149.90 | 651.64 | 228.99 | 66.56 | 28.80 | 20.33 | 16.31 | 1,469.66 |
| '72 ~ '73 | 10.88 | 13.45 | 16.22 | 55.16 | 139.82 | 206.94 | 343.08 | 316.99 | 89.54 | 31.54 | 25.27 | 16.28 | 1,265.19 |
| '73 ~ '74 | 15.17 | 53.50 | 63.47 | 114.90 | 304.58 | 450.07 | 342.32 | 155.65 | 53.54 | 41.42 | 27.47 | 15.33 | 1,637.42 |
| '74 ~ '75 | 12.84 | 10.84 | 11.31 | 15.91 | 64.91 | 87.32 | 334.64 | 150.02 | 83.81 | 28.54 | 14.44 | 12.12 | 826.70 |
| '75 ~ '76 | 11.54 | 15.61 | 19.44 | 37.99 | 163.59 | 315.95 | 257.95 | 104.76 | 35.13 | 25.59 | 17.42 | 15.15 | 1,020.12 |
| '76 ~ '77 | 12.13 | 11.78 | 11.42 | 19.34 | | | | | | | | | 54.67 |
| '77 ~ '78 | | | | | | | | | | | | | |
| Average | 16.92 | 28.85 | 38.53 | 74.13 | 143.72 | 212.98 | 330.31 | 166.52 | 64.87 | 29.66 | 22.54 | 18.18 | |

Table - III.2.2 Monthly Run-off at Pachacoto Gaging Station

| YEAR | STATION | | | | | | | | | | | | ANNUAL | | |
|-----------------|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-----------------------|-----------------------|---|---|
| | Pachacoto RIVER, IN THE BASIN OF | | | | | | | | | | | | | | |
| Pachacoto | | | | | | | | | | | | m ³ /sec-m | S | W | |
| Sancta | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELEVATION | | | | | | | | | | | | m | UNIT | ° | ° |
| Pachacoto | | | | | | | | | | | | | | | |
| CATCHMENT AREA | | | | | | | | | | | | 3700 | m | ° | ° |
| Ancash, PERU | | | | | | | | | | | | | | | |
| 202 | | | | | | | | | | | | sq km | m ³ /sec-m | S | W |
| MONTHLY RUN-OFF | | | | | | | | | | | | | | | |
| YEAR | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun | Jul. | Aug. | ANNUAL | | |
| '53 ~ '54 | 36.86 | 66.24 | 108.78 | 108.60 | 318.50 | 226.49 | 319.32 | 139.30 | 88.12 | 47.19 | 35.38 | 33.68 | 1,528.46 | | |
| '54 ~ '55 | 48.35 | 49.88 | 82.56 | 133.71 | 209.18 | 330.75 | 412.92 | 184.63 | 83.29 | 45.13 | 35.37 | 34.19 | 1,649.96 | | |
| '55 ~ '56 | 38.92 | 63.27 | 105.23 | 176.77 | 165.53 | 250.48 | 249.20 | 214.28 | 90.64 | 48.30 | 32.85 | 29.52 | 1,464.99 | | |
| '56 ~ '57 | 40.28 | 60.72 | 69.38 | 94.74 | 128.41 | 221.41 | 208.27 | 135.22 | 77.69 | 46.02 | 46.93 | 42.90 | 1,171.86 | | |
| '57 ~ '58 | 53.31 | 96.06 | 103.52 | 155.33 | 207.46 | 239.31 | 310.37 | 208.36 | 112.80 | 54.70 | 46.69 | 52.95 | 1,640.77 | | |
| '58 ~ '59 | 68.94 | 138.56 | 138.66 | 140.40 | 158.03 | 216.86 | 372.70 | 160.52 | 86.06 | 42.79 | 33.61 | 42.64 | 1,599.77 | | |
| '59 ~ '60 | 38.92 | 89.36 | 95.35 | 234.25 | 276.23 | 294.70 | 247.34 | 246.52 | 114.59 | 78.20 | 52.30 | 68.65 | 1,836.11 | | |
| '60 ~ '61 | 64.23 | 95.62 | 110.43 | 161.74 | 198.16 | 174.48 | 311.32 | 232.56 | 104.70 | 111.93 | 95.57 | 95.14 | 1,755.88 | | |
| '61 ~ '62 | 87.17 | 114.97 | 241.65 | 266.02 | 310.11 | 280.83 | 384.69 | 223.66 | 114.52 | 65.99 | 54.40 | 52.08 | 2,196.09 | | |
| '62 ~ '63 | 67.00 | 92.84 | 125.20 | 145.13 | 324.76 | 296.21 | 378.59 | 276.70 | 109.55 | 46.35 | 44.77 | 42.76 | 1,949.86 | | |
| '63 ~ '64 | 61.68 | 91.35 | 207.70 | 281.29 | 204.01 | 247.17 | 283.23 | 202.11 | 119.07 | 56.57 | 44.19 | 38.83 | 1,837.20 | | |
| '64 ~ '65 | 43.25 | 85.84 | 119.92 | 115.37 | 128.86 | 157.48 | 283.68 | 124.98 | 76.00 | 41.75 | 35.65 | 35.84 | 1,248.62 | | |
| '65 ~ '66 | 59.31 | 88.79 | 96.71 | 149.87 | 288.86 | 185.12 | 221.57 | 119.35 | 94.92 | 58.32 | 53.50 | 59.10 | 1,475.42 | | |
| '66 ~ '67 | 66.76 | 116.31 | 114.72 | 153.00 | 135.84 | 380.89 | 369.34 | 124.10 | 80.54 | 50.33 | 36.76 | 35.49 | 1,664.08 | | |
| '67 ~ '68 | 35.88 | 185.21 | 112.43 | 136.14 | 143.76 | 142.13 | 192.32 | 88.29 | 50.16 | 30.31 | 29.98 | 35.86 | 1,182.47 | | |
| '68 ~ '69 | 49.08 | 79.23 | 77.94 | 124.51 | 115.43 | 147.69 | 181.51 | 194.26 | 69.85 | 49.03 | 37.72 | 41.62 | 1,167.87 | | |
| '69 ~ '70 | 47.43 | 87.91 | 125.23 | 282.11 | 358.16 | 200.08 | 222.05 | 186.89 | 144.37 | 98.28 | 77.79 | 59.88 | 1,890.18 | | |
| '70 ~ '71 | 76.84 | 106.07 | 137.56 | 217.36 | 250.84 | 297.53 | 330.88 | 172.52 | 78.30 | 48.72 | 40.61 | 36.78 | 1,794.01 | | |
| '71 ~ '72 | 41.71 | 65.08 | 70.42 | 145.91 | 175.27 | 157.24 | 539.47 | 217.60 | 97.25 | 64.10 | 53.39 | 49.11 | 1,576.55 | | |
| '72 ~ '73 | 52.90 | 69.46 | 106.63 | 122.70 | 230.73 | 260.58 | 401.78 | 293.81 | 123.52 | 55.75 | 41.93 | 43.47 | 1,803.26 | | |
| '73 ~ '74 | 62.68 | 138.64 | 151.06 | 223.06 | 411.25 | 386.30 | 329.41 | 197.97 | 88.22 | 81.54 | 45.10 | 40.67 | 2,155.90 | | |
| '74 ~ '75 | 39.13 | 61.54 | 94.09 | 118.60 | 167.14 | 156.64 | 294.02 | 177.44 | 128.74 | 53.05 | 39.21 | 42.78 | 1,372.38 | | |
| '75 ~ '76 | 46.70 | 77.53 | 85.87 | 107.35 | 216.74 | 176.04 | 315.35 | 160.58 | 97.27 | 66.85 | 47.80 | 45.87 | 1,443.95 | | |
| '76 ~ '77 | 52.02 | 99.05 | 95.16 | 105.09 | 213.47 | 226.10 | 298.31 | 178.40 | 92.92 | 55.88 | 44.23 | 44.18 | 351.32 | | |
| Average | 53.31 | 92.48 | 115.68 | 162.46 | 213.47 | 226.10 | 298.31 | 178.40 | 92.92 | 55.88 | 44.23 | 44.18 | | | |

Table - III.2.3 Monthly Run-off at Cedros Gaging Station

| YEAR | Monthly Run-off | | | | | | | | | | | | ANNUAL |
|-----------|-----------------|--------|--------|---------|---------|---|---------|---------|---------|--------|--------|--------|----------|
| | Cedros | | | | | | Cedros | | | | | | |
| | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun | Jul. | |
| '53 ~ '54 | 85.01 | 93.76 | 145.48 | 156.27 | 161.83 | 128.23 | 160.03 | 93.49 | 86.68 | 75.15 | 72.86 | 71.06 | 1,330.45 |
| '54 ~ '55 | 78.22 | 99.74 | 60.55 | 63.52 | 73.33 | 107.01 | 154.29 | 139.98 | 105.63 | 91.83 | 85.54 | 89.86 | 1,149.50 |
| '55 ~ '56 | 85.83 | 68.77 | 46.56 | 66.32 | 79.69 | 93.18 | 114.10 | 110.52 | 62.85 | 54.38 | 56.38 | 64.76 | 903.34 |
| '56 ~ '57 | 55.93 | 78.26 | 97.08 | 106.46 | 116.25 | 87.42 | 87.93 | 79.24 | 92.78 | 74.92 | 76.50 | 91.79 | 1,044.56 |
| '57 ~ '58 | 118.29 | 135.03 | 138.24 | 128.91 | 235.71 | 131.33 | 116.42 | 89.52 | 112.22 | 96.48 | 101.33 | 102.28 | 1,505.76 |
| '58 ~ '59 | 94.47 | 92.66 | 80.53 | 123.23 | 118.18 | 93.08 | 116.11 | 119.21 | 104.50 | 105.48 | 90.72 | 96.47 | 1,234.64 |
| '59 ~ '60 | 97.62 | 112.70 | 109.08 | 116.34 | 111.86 | 106.62 | 111.39 | 96.34 | 102.18 | 101.37 | 90.48 | *78.29 | 1,234.27 |
| '60 ~ '61 | 83.99 | 92.27 | 112.64 | 125.34 | 122.37 | 110.90 | 171.46 | 178.46 | 119.28 | 99.69 | 103.27 | 108.47 | 1,428.14 |
| '61 ~ '62 | 83.41 | 79.45 | 140.97 | 168.61 | 250.92 | *122.79 | 232.81 | 144.18 | 112.60 | 90.34 | 79.64 | 81.49 | 1,587.21 |
| '62 ~ '63 | 82.20 | 86.85 | 95.59 | 106.22 | 106.80 | 100.83 | 219.06 | 186.48 | 119.15 | 73.08 | 67.69 | 72.39 | 1,316.34 |
| '63 ~ '64 | *78.67 | 94.02 | *99.97 | *116.34 | *136.38 | *122.79 | 168.22 | 149.06 | 104.54 | 72.22 | 63.69 | 65.41 | 1,271.31 |
| '64 ~ '65 | 61.77 | 82.90 | 88.23 | 78.85 | 89.68 | 125.81 | 176.68 | 124.58 | 95.58 | 71.87 | 69.26 | 67.18 | 1,132.39 |
| '65 ~ '66 | 73.00 | 98.14 | 105.61 | 142.71 | 152.13 | 128.47 | 120.21 | 127.94 | 106.48 | 85.91 | 85.28 | 91.87 | 1,317.75 |
| '66 ~ '67 | 102.02 | 121.43 | 110.45 | 112.70 | 175.89 | 265.27 | 244.99 | 114.72 | 95.95 | 80.01 | 71.56 | 69.33 | 1,564.32 |
| '67 ~ '68 | 70.84 | 110.76 | 109.91 | 109.86 | 117.75 | 101.06 | 129.75 | 87.05 | 67.92 | 60.53 | 61.85 | 60.97 | 1,088.25 |
| '68 ~ '69 | 66.32 | 90.55 | 87.40 | 108.77 | 114.99 | 133.23 | 189.45 | 165.07 | 95.60 | 80.31 | 70.47 | 80.20 | 1,282.00 |
| '69 ~ '70 | 82.68 | 105.11 | 109.37 | 141.13 | 188.72 | 109.57 | 152.70 | 149.52 | 114.20 | *81.93 | *76.78 | *78.29 | 1,390.00 |
| '70 ~ '71 | *78.67 | *94.02 | *99.97 | *116.34 | *136.38 | *122.79 | *164.34 | *135.64 | *102.38 | *81.93 | *76.78 | *78.29 | 1,287.53 |
| '71 ~ '72 | 86.65 | 93.06 | 96.78 | 151.26 | 121.19 | 115.76 | 203.06 | 241.50 | 132.54 | 91.63 | 88.36 | 90.61 | 1,512.40 |
| '72 ~ '73 | 69.89 | 87.37 | 103.68 | 148.87 | 169.40 | 164.82 | 217.65 | 166.32 | 113.91 | 99.87 | 82.17 | 68.65 | 1,492.60 |
| '73 ~ '74 | 65.26 | 105.35 | 118.72 | 137.35 | 158.19 | 141.11 | 177.91 | 149.62 | 118.97 | 73.01 | 70.60 | 69.85 | 1,385.94 |
| '74 ~ '75 | 70.46 | 82.54 | 91.60 | 102.31 | 101.76 | 126.17 | 228.32 | 159.24 | 101.86 | 69.76 | 57.65 | 62.94 | 1,254.61 |
| '75 ~ '76 | 63.10 | 75.63 | 76.97 | 70.75 | 97.38 | 85.91 | 122.86 | 112.14 | 87.03 | 72.72 | 67.02 | 59.59 | 991.10 |
| '76 ~ '77 | 53.70 | 76.04 | 74.00 | 93.77 | | | | | | | | | |
| '77 ~ '78 | | | | | | | | | | | | | |
| Average | 78.67 | 94.02 | 99.97 | 116.34 | 136.38 | 122.79 | 164.34 | 135.64 | 102.38 | 81.93 | 76.78 | 78.29 | |
| | | | | * | | Adopted average value for 20 ~ 22 years | | | | | | | |

Table - III.2.4 Monthly Run-off at Balsa Gaging Station

| YEAR | Monthly Run-off | | | | | | | | | | | | ANNUAL |
|-----------|------------------------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|---------|-----------|
| | RIVER, IN THE BASIN OF | | | | | | STATION | | | | | | |
| | Aug. | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun | Jul. | |
| '53 ~ '54 | 1122.90 | 1658.36 | 3163.79 | 3548.12 | 6784.81 | 3611.77 | 5641.09 | 2611.92 | 1996.34 | 1304.20 | 1089.23 | 1069.13 | 33,601.66 |
| '54 ~ '55 | 1234.00 | 1540.71 | 1809.47 | 2518.26 | 3033.90 | 7157.17 | 7811.26 | 4313.74 | 2715.31 | 1313.73 | 978.12 | 863.51 | 35,289.18 |
| '55 ~ '56 | 843.43 | 1425.90 | 1732.18 | 2776.52 | 3539.99 | 5733.94 | 6871.92 | 6237.98 | 2527.65 | 1329.03 | 958.37 | 852.87 | 34,829.48 |
| '56 ~ '57 | 970.00 | 1608.10 | 1592.26 | 2171.91 | 2655.28 | 4969.27 | 5874.83 | 4091.87 | 2163.91 | 1169.27 | 1032.80 | 1018.30 | 29,318.33 |
| '57 ~ '58 | 1145.81 | 1932.16 | 2894.41 | 3400.93 | 3592.29 | 3805.52 | 6737.57 | 4197.82 | 2259.77 | 1314.69 | 1041.72 | 1016.30 | 33,128.26 |
| '58 ~ '59 | 1284.04 | 1543.40 | 2231.79 | 2624.93 | 2455.55 | 2926.22 | 5052.33 | 3766.24 | 2907.77 | 1420.27 | 1140.04 | 1325.33 | 28,678.81 |
| '59 ~ '60 | 1146.22 | 1978.05 | 1927.87 | 3558.40 | 5512.54 | 7378.75 | 9017.33 | 5392.39 | 2209.21 | 1547.95 | 1273.77 | 1418.73 | 42,360.41 |
| '60 ~ '61 | *1050.24 | 1480.83 | 1908.49 | 2234.31 | 4985.28 | 3275.50 | 5704.50 | 5605.52 | 2190.67 | 1195.59 | 887.75 | 794.51 | 31,313.35 |
| '61 ~ '62 | 729.87 | 1083.35 | 2361.89 | 3936.36 | 5117.87 | 5802.04 | 9747.23 | 5200.05 | 2090.80 | 1146.08 | 965.05 | 1032.05 | 39,213.32 |
| '62 ~ '63 | 1138.19 | 1162.43 | 1937.52 | 2265.80 | 3942.30 | 4072.19 | 8656.41 | 5412.41 | 2090.75 | 1129.19 | 918.08 | 929.66 | 33,654.74 |
| '63 ~ '64 | 1091.11 | 1336.98 | 2594.73 | 4404.39 | 3917.41 | 4940.66 | 6392.43 | 4866.86 | 2471.75 | 1137.12 | 1052.67 | 968.69 | 35,174.20 |
| '64 ~ '65 | 859.00 | 1635.12 | 2135.43 | 1868.11 | 2199.41 | 2810.64 | 7095.53 | 3146.56 | 1860.07 | 1010.22 | 845.63 | 860.65 | 26,327.38 |
| '65 ~ '66 | 1305.80 | 1989.94 | 2058.95 | 2885.11 | 4801.91 | 10162.78 | 3676.19 | 2336.94 | 1802.01 | 1241.33 | 1196.83 | 1232.63 | 28,654.86 |
| '66 ~ '67 | 1370.41 | 2581.76 | 2706.33 | 2916.84 | 4066.21 | 10162.78 | 9772.20 | 2931.17 | 1801.73 | 1109.56 | 900.24 | 865.95 | 41,184.75 |
| '67 ~ '68 | 984.56 | 2214.79 | 1994.77 | 2180.85 | 2880.83 | 2790.90 | 3919.82 | 2020.38 | 1230.44 | 957.85 | 866.61 | 789.19 | 25,396.38 |
| '68 ~ '69 | 1089.78 | 1806.43 | 2012.50 | 2371.48 | 2590.51 | 2748.47 | 4204.36 | 3948.89 | 1951.59 | 1432.94 | 1091.99 | 1148.64 | 34,665.38 |
| '69 ~ '70 | 1125.93 | 2066.43 | 2499.38 | 4626.47 | 5647.22 | 3289.45 | 3832.27 | 4746.09 | 3603.67 | *1249.37 | *996.46 | *982.64 | 35,277.68 |
| '70 ~ '71 | *1050.24 | *1689.40 | *2160.97 | 3605.07 | 4387.79 | 6203.65 | *6650.25 | 4038.74 | *2263.10 | *1249.37 | *996.46 | *982.04 | 36,575.48 |
| '71 ~ '72 | 894.38 | 1761.73 | 1780.41 | 3288.28 | 4137.78 | 4819.00 | 7154.76 | 5907.28 | 2979.39 | 1685.83 | 1138.94 | 1028.07 | 34,645.76 |
| '72 ~ '73 | 1069.40 | 1445.59 | 2032.71 | 2951.16 | 3788.16 | 3406.11 | 6312.99 | 6894.83 | 3028.75 | 1242.37 | 991.84 | 818.77 | 43,932.17 |
| '73 ~ '74 | 1125.40 | 2470.75 | 3401.04 | 4208.86 | 6153.04 | 8210.92 | 8443.64 | 5039.30 | 1863.11 | 1280.37 | 917.84 | 906.60 | 32,408.91 |
| '74 ~ '75 | 785.55 | 1217.63 | 1795.77 | 2492.60 | 3612.21 | 3748.82 | 8558.64 | 4460.62 | 2615.85 | 1277.43 | 731.10 | 685. | 26,081. |
| '75 ~ '76 | 1014.40 | 1533.36 | 1830.78 | 1948.55 | 3168. | 4575.32 | 5328.15 | 2846.62 | 1428. | 991. | | | |
| '76 ~ '77 | 775.23 | 1383. | 1499.80 | 1983.34 | | | | | | | | | |
| Average | 1050.24 | 1689.40 | 2160.97 | 2948.6 | 4041.78 | 4807.23 | 6650.25 | 4348.46 | 2263.10 | 1249.37 | 996.46 | 982.64 | |

* Adopted average value for 21 or 22 years.

Table - III.2.5 Monthly Run-off at Quitaracsa Gaging Station

| YEAR | Monthly Run-off | | | | | | | | | | | | ANNUAL |
|-----------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | |
| '53 ~ '54 | 171.47 | 209.74 | 368.48 | 499.95 | 678.72 | 450.90 | 640.03 | 445.16 | 349.88 | 219.88 | 183.37 | 163.68 | 4,381.26 |
| '54 ~ '55 | 193.63 | 350.13 | 305.29 | 315.18 | 406.13 | 728.14 | 732.50 | 437.08 | 367.99 | 219.04 | 180.83 | *164.27 | 4,400.21 |
| '55 ~ '56 | 177.50 | 241.88 | 237.23 | 335.35 | 369.37 | 600.70 | 827.01 | 509.20 | 321.03 | 227.67 | 196.98 | 193.46 | 4,237.38 |
| '56 ~ '57 | 188.26 | 308.73 | 277.34 | 251.10 | 275.25 | 472.70 | 437.90 | 441.21 | 315.64 | 197.34 | 147.08 | 156.35 | 3,468.90 |
| '57 ~ '58 | 166.38 | 269.07 | 353.52 | 346.70 | 454.08 | 317.44 | 638.99 | 454.99 | 378.30 | 241.99 | 207.95 | 202.37 | 4,031.78 |
| '58 ~ '59 | 202.87 | 302.21 | 239.97 | 317.66 | 325.89 | 586.07 | *684.09 | 528.97 | 294.87 | 194.93 | 155.18 | 154.64 | 3,987.35 |
| '59 ~ '60 | 151.41 | 244.98 | 225.32 | 472.13 | 517.49 | 559.51 | *684.09 | *493.67 | 341.31 | 218.05 | 163.22 | 168.54 | 4,239.72 |
| '60 ~ '61 | 186.06 | 205.66 | 279.82 | 298.37 | 677.44 | 448.49 | 808.13 | 576.42 | 361.01 | 255.96 | 173.82 | 160.36 | 4,431.54 |
| '61 ~ '62 | 155.83 | 182.34 | 330.00 | 377.95 | 614.30 | 728.90 | 938.33 | 562.61 | 278.48 | 215.54 | 198.31 | 197.36 | 4,779.95 |
| '62 ~ '63 | 183.36 | 202.77 | 264.22 | 262.18 | 373.40 | 406.49 | 1005.56 | 573.30 | 282.78 | 199.91 | 158.20 | 58.33 | 3,975.50 |
| '63 ~ '64 | 158.07 | 199.56 | 291.35 | 410.54 | 467.72 | 555.03 | 604.68 | 561.94 | 334.67 | 223.60 | 197.72 | 179.61 | 4,189.20 |
| '64 ~ '65 | 162.46 | 255.56 | 310.90 | 228.56 | 257.51 | 416.00 | 648.07 | 440.07 | 287.71 | 176.05 | 149.76 | 140.55 | 3,473.20 |
| '65 ~ '66 | 197.03 | 323.76 | 286.13 | 469.15 | 601.50 | 568.81 | 423.81 | 401.22 | 335.11 | 227.45 | 215.90 | 199.87 | 4,249.74 |
| '66 ~ '67 | 193.02 | 267.78 | 323.83 | 301.88 | 590.83 | 872.92 | 847.86 | 418.60 | 258.54 | 185.79 | 151.92 | 132.88 | 4,545.85 |
| '67 ~ '68 | 144.02 | 444.00 | 247.01 | 220.73 | 421.18 | 342.12 | 409.34 | 287.70 | 191.34 | 168.28 | 141.20 | 138.00 | 3,154.92 |
| '68 ~ '69 | 153.72 | 271.70 | 260.52 | 233.58 | 212.89 | 345.70 | 768.86 | 637.98 | 289.01 | 226.84 | 181.94 | 179.46 | 3,762.29 |
| '69 ~ '70 | 164.31 | 239.74 | 269.95 | 447.09 | 661.82 | 460.42 | 477.15 | 541.34 | *315.66 | *217.22 | *180.83 | *164.27 | 4,139.89 |
| '70 ~ '71 | *174.22 | *264.34 | *280.73 | *332.05 | *468.20 | *531.44 | *684.09 | *493.67 | *315.66 | *217.22 | *180.83 | *164.27 | 4,106.72 |
| '71 ~ '72 | *174.22 | *264.34 | 190.07 | 428.09 | 380.01 | 440.98 | 522.76 | 482.48 | *315.66 | *217.22 | 180.83 | 137.21 | 3,733.87 |
| '72 ~ '73 | 145.20 | 237.94 | 344.80 | 273.08 | 446.37 | 553.70 | 775.87 | 666.30 | 371.95 | 297.82 | 253.10 | 181.59 | 4,547.72 |
| '73 ~ '74 | 199.88 | 341.99 | 380.57 | 391.80 | 566.21 | 973.07 | 823.34 | 514.13 | 319.07 | 261.02 | 236.61 | 226.53 | 5,234.22 |
| '74 ~ '75 | 187.19 | 251.72 | 233.15 | 335.70 | 567.57 | 485.82 | 837.67 | 516.71 | 411.89 | 211.89 | 168.33 | 170.55 | 4,378.19 |
| '75 ~ '76 | 208.70 | 287.54 | 255.28 | 229.03 | 434.67 | 377.75 | 508.88 | 364.56 | 222.59 | 175.27 | 155.15 | 144.15 | 3,363.57 |
| '76 ~ '77 | 142.56 | 176.76 | 182.04 | 191.36 | | | | | | | | | *692.90 |
| Average | 174.22 | 264.34 | 280.73 | 332.05 | 468.20 | 531.44 | 684.09 | 493.67 | 315.66 | 217.22 | 180.83 | 164.27 | |

* Adopted average value for 19 ~ 22 years.

Table - III.2.6 Monthly Run-off at Manta Gaging Station

| YEAR | MONTHLY RUN-OFF | | | | | | | | | | | | ANNUAL | | | | |
|---------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|--|--|
| | MANTA RIVER, IN THE BASIN OF | | | | | | MANTA CATCHMENT AREA | | | | | | | | | | |
| | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | | | | | |
| '53~'54 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '54~'55 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '55~'56 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '56~'57 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '57~'58 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '58~'59 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '59~'60 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '60~'61 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '61~'62 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '62~'63 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '63~'64 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '64~'65 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '65~'66 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '66~'67 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '67~'68 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '68~'69 | 45.99 | 156.74 | 125.39 | 94.39 | 105.97 | 216.50 | 562.43 | 658.76 | 233.30 | 134.92 | 65.38 | 52.28 | | | | | |
| '69~'70 | 55.95 | 183.44 | 312.12 | 789.86 | 790.74 | 345.34 | 504.15 | 344.66 | 265.02 | | 90.15 | 74.51 | | | | | |
| '70~'71 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '71~'72 | 97.69 | 161.69 | 164.46 | 316.55 | 392.27 | 448.28 | 818.06 | 789.65 | 279.91 | 160.67 | 120.93 | 118.10 | | | | | |
| '72~'73 | 115.27 | 123.76 | 154.37 | 256.75 | 471.12 | 342.46 | 759.48 | 712.70 | 283.24 | 134.07 | 88.10 | 95.26 | | | | | |
| '73~'74 | 146.13 | 236.49 | 326.09 | 708.63 | 663.47 | 532.13 | 757.68 | 799.38 | 474.89 | 290.28 | 152.12 | 124.57 | | | | | |
| '74~'75 | 91.14 | 145.98 | 125.40 | 185.79 | 492.02 | 725.03 | 648.52 | 514.21 | 283.12 | 223.69 | 195.67 | 89.45 | | | | | |
| '75~'76 | 128.43 | 264.87 | 194.96 | 127.75 | 483.82 | 483.98 | 951.78 | 557.89 | 360.42 | 200.88 | 128.72 | 102.83 | | | | | |
| '76~'77 | 69.44 | 65.72 | 78.01 | 95.89 | 483. | 422.29 | 646.84 | 382.93 | 181.78 | 128.99 | 95.20 | 79.16 | | | | | |
| '77~'78 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Average | 115.68 | 165.04 | 166.95 | 255.25 | 434.78 | 453.73 | 721.12 | 604.31 | 302.79 | 185.47 | 124.99 | 94.30 | | | | | |
| '68~'69 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '77~'78 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Table - III.2.7 Monthly Run-off at Chuquicara Gaging Station

| YEAR | Monthly Run-off | | | | | | | | | | | | ANNUAL | | | | | | | |
|------------|-----------------------|--------|---------|---------|-----------|---------|------------|---------|--------|--------|--------|------|--------|----------------|-------|--------|--------------|-----------------------|--|---|
| | STATION | | | | | | Chuquicara | | | | | | | CATCHMENT AREA | 3,180 | sq. km | Ancash, PERU | | | |
| | RIVER IN THE BASIN OF | | Santa | | ELEVATION | | 500 | | m | | UNIT | | | | | | | m ³ /sec-m | | S |
| Tablachaca | UNIT | UNIT | UNIT | UNIT | UNIT | UNIT | UNIT | UNIT | UNIT | UNIT | UNIT | UNIT | UNIT | UNIT | UNIT | UNIT | UNIT | UNIT | | |
| '53 ~ '54 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '54 ~ '55 | 265.29 | 421.37 | 707.58 | 547.51 | 1487.42 | 1897.27 | 1043.17 | 859.30 | 392.62 | 351.52 | 294.64 | | | | | | | | | |
| '55 ~ '56 | 339.33 | 546.93 | | | 1143.41 | 2320.74 | 1609.57 | | 520.21 | | | | | | | | | | | |
| '56 ~ '57 | 337.29 | 448.21 | 631.04 | 587.14 | 1013.74 | 2448.04 | 2383.74 | 1134.35 | 726.58 | 536.94 | 320.47 | | | | | | | | | |
| '57 ~ '58 | | | | | 906.44 | 2125.66 | 1456.83 | 489.08 | 337.93 | | | | | | | | | | | |
| '58 ~ '59 | | | | | 915.93 | 897.78 | | | | | | | | | | | | | | |
| '59 ~ '60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '60 ~ '61 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '61 ~ '62 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '62 ~ '63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '63 ~ '64 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '64 ~ '65 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '65 ~ '66 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '66 ~ '67 | 201.13 | 329.89 | 384.42 | 405.52 | 887.65 | 975.29 | 680.87 | 518.55 | 292.03 | 241.37 | 217.06 | | | | | | | | | |
| '67 ~ '68 | 263.79 | 583.89 | 373.29 | 364.70 | 887.65 | 2551.53 | 1058.55 | 700.87 | 404.03 | 362.82 | 292.17 | | | | | | | | | |
| '68 ~ '69 | 179.24 | 370.88 | 401.83 | 363.80 | 481.97 | 1309.46 | 569.52 | 298.35 | 240.29 | 224.22 | 191.79 | | | | | | | | | |
| '69 ~ '70 | 211.83 | 222.55 | 448.03 | 1061.12 | 266.87 | 1341.54 | | 422.22 | 362.17 | 309.53 | 238.65 | | | | | | | | | |
| '70 ~ '71 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '71 ~ '72 | 297.10 | 502.75 | 409.32 | 993.60 | 772.29 | 1462.13 | 2122.61 | 830.19 | 484.99 | 367.93 | 347.89 | | | | | | | | | |
| '72 ~ '73 | 287.40 | 266.70 | 274.17 | 529.90 | 1244.69 | 3964.37 | 2670.58 | 756.68 | 581.91 | 457.75 | 402.56 | | | | | | | | | |
| '73 ~ '74 | 502.86 | 894.47 | 1020.86 | 975.82 | 1773.69 | 3169.58 | 1740.82 | 1347.79 | 557.66 | 474.92 | 357.60 | | | | | | | | | |
| '74 ~ '75 | 375.11 | 454.70 | 354.58 | 452.65 | 1964.40 | 3243.52 | 4151.59 | 710.65 | 721.13 | 502.86 | 469.03 | | | | | | | | | |
| '75 ~ '76 | 451.56 | 683.39 | 566.59 | 395.93 | 951.02 | 4792.08 | 2224.22 | 743.41 | 488.50 | 369.53 | 320.82 | | | | | | | | | |
| '76 ~ '77 | 280.26 | 263.97 | 264.89 | 337.02 | 1453.02 | 2535.85 | | | | | | | | | | | | | | |
| Average | 323.01 | 511.94 | 482.96 | 498.33 | 1113.83 | 2706.22 | 2235.88 | 731.16 | 479.38 | 385.95 | 324.66 | | | | | | | | | |
| '66 ~ '69 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| '72 ~ '76 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Table-III.2.9 Monthly Run-off at Intake of Cañón del Pato Power Station

| Year | Month | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Total |
|----------------------------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| 1953 - 54 | | 1,328.62 | 1,876.26 | 3,488.20 | 4,018.35 | 7,054.58 | 3,738.68 | 5,840.53 | 2,899.82 | 2,292.50 | 1,531.56 | 1,289.31 | 1,254.61 | 36,613.02 |
| 1954 - 55 | | 1,440.39 | 1,918.37 | 2,047.25 | 2,719.55 | 3,168.63 | 7,361.80 | 7,839.49 | 4,548.21 | 3,027.70 | 1,535.07 | 1,479.27 | 1,059.18 | 37,884.91 |
| 1955 - 56 | | 1,044.69 | 1,65.21 | 1,888.12 | 2,950.32 | 3,731.25 | 5,911.48 | 7,232.90 | 6,321.39 | 2,711.29 | 1,530.64 | 1,445.79 | 1,049.17 | 37,171.25 |
| 1956 - 57 | | 1,138.09 | 1,859.83 | 1,871.01 | 2,397.66 | 2,849.99 | 5,088.49 | 5,958.82 | 4,330.07 | 2,433.53 | 1,368.04 | 1,188.25 | 1,206.45 | 31,690.23 |
| 1957 - 58 | | 1,362.12 | 2,222.53 | 3,047.70 | 3,653.90 | 3,965.43 | 3,826.60 | 6,823.59 | 4,422.89 | 2,593.17 | 1,578.76 | 1,286.16 | 1,252.36 | 36,035.21 |
| 1958 - 59 | | 1,498.05 | 1,770.42 | 2,381.19 | 2,879.50 | 2,686.02 | 3,187.26 | 5,041.58 | 4,052.48 | 3,127.08 | 1,645.94 | 1,327.16 | 1,511.63 | 31,108.25 |
| 1959 - 60 | | 1,338.87 | 2,200.52 | 2,125.34 | 3,748.86 | 5,664.12 | 7,436.46 | 9,241.14 | 5,518.61 | 2,436.76 | 1,747.70 | 1,444.09 | 1,570.63 | 44,473.10 |
| 1960 - 61 | | 1,241.01 | 1,652.44 | 2,134.64 | 2,434.43 | 5,402.14 | 3,433.45 | 6,029.04 | 5,885.28 | 2,477.37 | 1,402.43 | 1,042.08 | 948.08 | 34,082.39 |
| 1961 - 62 | | 862.25 | 1,216.70 | 2,514.70 | 3,998.38 | 5,381.41 | 6,078.31 | 9,966.54 | 5,394.13 | 2,278.96 | 1,341.31 | 1,158.35 | 1,236.58 | 41,427.62 |
| 1962 - 63 | | 1,315.78 | 1,339.59 | 2,141.26 | 2,444.14 | 3,965.94 | 3,965.09 | 8,911.06 | 5,626.29 | 2,297.18 | 1,317.11 | 1,070.62 | 999.58 | 35,393.64 |
| 1963 - 64 | | 1,254.25 | 1,517.12 | 2,724.10 | 4,520.33 | 4,204.20 | 5,100.50 | 6,480.10 | 4,124.99 | 2,705.76 | 1,333.45 | 1,241.74 | 1,151.57 | 37,358.11 |
| 1964 - 65 | | 1,019.66 | 1,862.40 | 2,346.53 | 2,018.30 | 2,359.04 | 3,077.53 | 7,256.66 | 3,447.55 | 2,124.25 | 1,192.40 | 1,004.97 | 1,012.54 | 28,731.83 |
| 1965 - 66 | | 1,498.23 | 2,298.94 | 2,324.02 | 3,294.67 | 5,113.86 | 4,537.73 | 3,817.67 | 2,683.56 | 2,109.73 | 1,475.45 | 1,425.05 | 1,449.07 | 32,027.98 |
| 1966 - 67 | | 1,562.09 | 2,805.42 | 2,982.35 | 3,119.78 | 4,555.65 | 10,428.40 | 9,982.07 | 3,235.51 | 2,014.22 | 1,287.01 | 1,050.56 | 1,003.85 | 44,046.91 |
| 1967 - 68 | | 1,137.97 | 2,486.16 | 2,192.39 | 2,321.96 | 3,220.34 | 3,027.72 | 4,126.43 | 2,262.31 | 1,416.86 | 1,139.89 | 1,025.45 | 940.29 | 25,297.77 |
| 1968 - 69 | | 1,249.67 | 2,068.04 | 2,243.25 | 2,556.59 | 2,769.77 | 3,013.51 | 4,828.85 | 4,393.65 | 2,242.35 | 1,676.78 | 1,292.82 | 1,354.51 | 29,689.79 |
| 1969 - 70 | | 1,314.49 | 2,313.21 | 2,711.70 | 4,700.25 | 5,683.46 | 3,511.40 | 4,016.49 | 5,053.36 | 3,725.25 | 1,399.16 | 1,149.31 | 1,146.70 | 36,724.78 |
| 1970 - 71 | | 1,190.87 | 1,888.08 | 2,333.70 | 3,676.58 | 4,543.01 | 6,252.12 | 6,658.61 | 4,274.47 | 2,546.06 | 1,470.17 | 1,191.92 | 1,167.81 | 37,193.40 |
| 1971 - 72 | | 1,098.89 | 2,038.81 | 1,984.60 | 3,628.08 | 4,258.33 | 5,047.98 | 6,787.19 | 6,152.04 | 3,256.58 | 1,899.51 | 1,333.21 | 1,189.80 | 38,675.02 |
| 1972 - 73 | | 1,221.18 | 1,668.91 | 2,360.59 | 3,190.91 | 4,018.35 | 3,630.82 | 7,021.68 | 7,071.11 | 3,290.69 | 1,550.16 | 1,257.21 | 1,170.64 | 37,452.25 |
| 1973 - 74 | | 1,312.95 | 2,722.72 | 3,681.30 | 4,389.37 | 6,131.11 | 8,476.03 | 8,724.40 | 5,330.38 | 2,153.63 | 1,487.65 | 1,149.52 | 1,057.55 | 46,616.61 |
| 1974 - 75 | | 990.74 | 1,480.53 | 2,017.68 | 2,799.01 | 4,045.52 | 4,108.09 | 8,947.09 | 4,789.16 | 2,907.56 | 1,474.72 | 1,078.14 | 1,115.20 | 35,753.44 |
| 1975 - 76 | | 1,228.10 | 1,804.30 | 2,058.32 | 2,101.14 | 3,300.20 | 4,495.76 | 5,353.35 | 3,046.11 | 1,603.70 | 1,145.13 | 887.33 | 827.43 | 27,850.87 |
| Mean (m ³ /s-m) | | 1,246.48 | 1,941.98 | 2,417.82 | 3,198.35 | 4,264.02 | 4,988.49 | 6,821.10 | 4,602.76 | 2,511.83 | 1,457.83 | 1,183.40 | 1,159.79 | 35,793.85 |
| Mean (m ³ /sec) | | 41.55 | 62.84 | 80.59 | 103.17 | 137.55 | 176.51 | 220.04 | 153.43 | 81.03 | 48.59 | 38.17 | 37.41 | 98.07 |

This run-off includes the discharge of Balsu, Cedros and Quitaraca Gaging Stations, and not includes the inflow at Recreita Reservoir.

Table-III.2.10 Run-off Shortage

| Year | Unit: m ³ /sec-m | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|----------|
| | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Total |
| 1953 - 54 | 126.38 | | | | | | | | | | 214.19 | 248.89 | 589.46 |
| 1954 - 55 | 14.61 | | | | | | | | | | 324.23 | 444.32 | 783.16 |
| 1955 - 56 | 410.31 | | | | | | | | | | 357.71 | 454.33 | 1,222.35 |
| 1956 - 57 | 316.91 | | | | | | | | 86.96 | | 315.25 | 297.05 | 1,016.17 |
| 1957 - 58 | 82.88 | | | | | | | | | | 217.34 | 251.14 | 551.36 |
| 1958 - 59 | 116.13 | | | | | | | | | | 176.40 | | 176.40 |
| 1959 - 60 | | | | | | | | | | | 59.41 | | 175.54 |
| 1960 - 61 | 213.99 | | | | | | | | | | 461.42 | 555.42 | 1,283.40 |
| 1961 - 62 | 592.75 | 286.80 | | | | | | | 52.57 | | 345.15 | 266.92 | 1,605.31 |
| 1962 - 63 | 139.22 | 163.91 | | | | | | | 137.89 | | 432.88 | 503.92 | 1,377.82 |
| 1963 - 64 | 200.75 | | | | | | | | 121.55 | | 261.76 | 351.93 | 935.99 |
| 1964 - 65 | 435.34 | | | | | | | | 262.60 | | 498.53 | 490.96 | 1,687.43 |
| 1965 - 66 | | | | | | | | | | | 78.45 | 54.43 | 132.88 |
| 1966 - 67 | | | | | | | | | | | 452.94 | 499.65 | 1,120.58 |
| 1967 - 68 | 317.03 | | | | | | | | 167.99 | | 478.05 | 563.21 | 1,760.04 |
| 1968 - 69 | 205.33 | | | | | | | | 86.64 | | 210.68 | 148.99 | 565.00 |
| 1969 - 70 | 140.51 | | | | | | | | | | 354.19 | 356.80 | 907.34 |
| 1970 - 71 | 264.13 | | | | | | | | | | 311.58 | 335.69 | 911.40 |
| 1971 - 72 | 356.11 | | | | | | | | | | 170.29 | 313.70 | 840.10 |
| 1972 - 73 | 233.82 | | | | | | | | | | 246.29 | 332.86 | 812.97 |
| 1973 - 74 | 142.05 | | | | | | | | | | 353.98 | 445.95 | 941.98 |
| 1974 - 75 | 446.26 | 22.97 | | | | | | | | | 425.36 | 388.30 | 1,282.89 |
| 1975 - 76 | 226.90 | | | | | | | | 309.87 | | 616.17 | 676.07 | 1,829.01 |
| 1976 - 77 | | | | | | | | | | | | | |
| Maximum | 592.75 | 286.80 | | | | | | | 86.64 | 315.11 | 616.17 | 676.07 | 2,573.54 |

The shortage in the amount of discharge for maximum available discharge of Cañon del Pato Power Station was calculated without considering supplementation from Recreata Reservoir.

Table-III-2.11 Outflow of Recreta Reservoir

| Year | Month | Unit; m ³ /sec-m | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| | | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Total | | |
| 1953 - 54 | | 474.98 | 85.60 | 162.79 | 162.79 | 162.79 | 162.79 | 162.79 | 162.79 | 162.79 | 162.79 | 162.79 | 162.79 | 162.79 | 474.24 | 2,700.16 |
| 1954 - 55 | | 489.85 | 72.21 | 128.06 | 177.41 | 225.81 | 225.81 | 225.81 | 225.81 | 225.81 | 225.81 | 225.81 | 225.81 | 225.81 | 482.84 | 2,993.97 |
| 1955 - 56 | | 486.46 | 82.34 | 127.85 | 169.06 | 169.06 | 169.06 | 169.06 | 169.06 | 169.06 | 169.06 | 169.06 | 169.06 | 169.06 | 486.00 | 2,798.25 |
| 1956 - 57 | | 500.49 | 64.48 | 64.48 | 64.48 | 64.48 | 64.48 | 64.48 | 64.48 | 64.48 | 64.48 | 64.48 | 64.48 | 64.48 | 484.94 | 2,141.59 |
| 1957 - 58 | | 492.75 | 113.73 | 135.13 | 135.13 | 135.13 | 135.13 | 135.13 | 135.13 | 135.13 | 135.13 | 135.13 | 135.13 | 135.13 | 492.97 | 2,630.32 |
| 1958 - 59 | | 507.72 | 150.98 | 150.98 | 150.98 | 150.98 | 150.98 | 150.98 | 150.98 | 150.98 | 150.98 | 150.98 | 150.98 | 150.98 | 489.36 | 2,791.62 |
| 1959 - 60 | | 480.77 | 135.21 | 136.93 | 249.30 | 249.30 | 249.30 | 249.30 | 249.30 | 249.30 | 249.30 | 249.30 | 249.30 | 249.30 | 518.91 | 3,361.69 |
| 1960 - 61 | | 503.67 | 126.32 | 171.89 | 171.89 | 171.89 | 171.89 | 171.89 | 171.89 | 171.89 | 171.89 | 171.89 | 171.89 | 171.89 | 539.86 | 3,990.73 |
| 1961 - 62 | | 531.25 | 128.44 | 318.16 | 370.61 | 370.61 | 370.61 | 370.61 | 370.61 | 370.61 | 370.61 | 370.61 | 370.61 | 370.61 | 499.76 | 4,153.51 |
| 1962 - 63 | | 511.76 | 112.46 | 156.07 | 190.06 | 329.68 | 329.68 | 329.68 | 329.68 | 329.68 | 329.68 | 329.68 | 329.68 | 329.68 | 484.57 | 3,551.94 |
| 1963 - 64 | | 497.79 | 113.15 | 229.68 | 229.68 | 229.68 | 229.68 | 229.68 | 229.68 | 229.68 | 229.68 | 229.68 | 229.68 | 229.68 | 486.49 | 3,276.74 |
| 1964 - 65 | | 489.76 | 80.55 | 80.55 | 80.55 | 80.55 | 80.55 | 80.55 | 80.55 | 80.55 | 80.55 | 80.55 | 80.55 | 80.55 | 480.26 | 2,202.78 |
| 1965 - 66 | | 501.99 | 68.82 | 68.82 | 68.82 | 68.82 | 68.82 | 68.82 | 68.82 | 68.82 | 68.82 | 68.82 | 68.82 | 68.82 | 499.70 | 2,193.88 |
| 1966 - 67 | | 507.75 | 165.55 | 158.26 | 211.64 | 247.16 | 247.16 | 247.16 | 247.16 | 247.16 | 247.16 | 247.16 | 247.16 | 247.16 | 488.37 | 3,246.30 |
| 1967 - 68 | | 485.84 | 32.87 | 32.87 | 32.87 | 32.87 | 32.87 | 32.87 | 32.87 | 32.87 | 32.87 | 32.87 | 32.87 | 32.87 | 473.01 | 1,777.14 |
| 1968 - 69 | | 484.54 | 22.30 | 22.30 | 22.30 | 22.30 | 22.30 | 22.30 | 22.30 | 22.30 | 22.30 | 22.30 | 22.30 | 22.30 | 477.72 | 1,751.48 |
| 1969 - 70 | | 482.82 | 98.07 | 167.00 | 244.57 | 244.57 | 244.57 | 244.57 | 244.57 | 244.57 | 244.57 | 244.57 | 244.57 | 244.57 | 502.88 | 3,460.40 |
| 1970 - 71 | | 536.65 | 159.68 | 207.97 | 278.50 | 278.50 | 278.50 | 278.50 | 278.50 | 278.50 | 278.50 | 278.50 | 278.50 | 278.50 | 481.77 | 3,478.53 |
| 1971 - 72 | | 480.75 | 80.32 | 82.66 | 249.48 | 249.48 | 249.48 | 249.48 | 249.48 | 249.48 | 249.48 | 249.48 | 249.48 | 249.48 | 490.44 | 3,147.05 |
| 1972 - 73 | | 487.60 | 81.99 | 120.60 | 182.20 | 261.85 | 261.85 | 261.85 | 261.85 | 261.85 | 261.85 | 261.85 | 261.85 | 261.85 | 485.05 | 3,211.74 |
| 1973 - 74 | | 501.98 | 195.37 | 219.03 | 352.90 | 352.90 | 352.90 | 352.90 | 352.90 | 352.90 | 352.90 | 352.90 | 352.90 | 352.90 | 481.26 | 3,936.32 |
| 1974 - 75 | | 476.85 | 71.36 | 79.11 | 79.11 | 79.11 | 79.11 | 79.11 | 79.11 | 79.11 | 79.11 | 79.11 | 79.11 | 79.11 | 479.44 | 2,287.53 |
| 1975 - 76 | | 482.49 | 92.23 | 104.71 | 140.32 | 140.32 | 140.32 | 140.32 | 140.32 | 140.32 | 140.32 | 140.32 | 140.32 | 140.32 | 485.99 | 2,585.72 |
| 1976 - 77 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean (m ³ /s-m) | | 495.60 | 101.47 | 135.91 | 174.55 | 187.73 | 187.73 | 187.73 | 187.73 | 187.73 | 187.73 | 187.73 | 187.73 | 187.73 | 494.97 | 2,903.02 |
| Mean (m ³ /sec) | | 16.52 | 3.27 | 4.53 | 5.63 | 6.06 | 6.06 | 6.06 | 6.06 | 6.06 | 6.06 | 6.06 | 6.06 | 6.06 | 15.97 | 7.94 |

The Outflow of Recreta Reservoir for dry season (Jul., Aug., Sep.) supplementation was calculated according to reservoir operation rule.

Table-III. 2. 12 Monthly Power Discharge of Cañón del Pato Power Station

| Month
Year | Unit: m ³ /sec-m | | | | | | | | | | | | Total |
|-------------------------------|-----------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|-----------|
| | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | |
| 1953 - 54 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,358.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 17,702.5 |
| 1954 - 55 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,358.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 17,702.5 |
| 1955 - 56 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,406.5 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 17,751.0 |
| 1956 - 57 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,358.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,430.7 | 1,503.5 | 1,503.5 | 17,677.67 |
| 1957 - 58 | 1,445.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,358.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 17,702.5 |
| 1958 - 59 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,358.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 17,702.5 |
| 1959 - 60 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,406.5 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 17,751.0 |
| 1960 - 61 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,358.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 17,681.36 |
| 1961 - 62 | 1,392.47 | 1,344.19 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,358.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,440.6 | 1,503.5 | 1,503.5 | 17,466.26 |
| 1962 - 63 | 1,455.0 | 1,451.1 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,358.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,390.82 | 1,503.5 | 1,503.5 | 17,560.99 |
| 1963 - 64 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,406.5 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,421.58 | 1,503.5 | 1,503.5 | 17,717.58 |
| 1964 - 65 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,358.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,246.78 | 1,479.22 | 1,487.22 | 17,453.72 |
| 1965 - 66 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,358.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 17,702.5 |
| 1966 - 67 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,358.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,364.0 | 1,503.5 | 1,486.64 | 17,594.64 |
| 1967 - 68 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,406.5 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,479.39 | 1,484.23 | 1,407.72 | 17,332.14 |
| 1968 - 69 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,358.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 17,702.5 |
| 1969 - 70 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,358.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 17,702.5 |
| 1970 - 71 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,358.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 17,702.5 |
| 1971 - 72 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,406.5 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 17,751.0 |
| 1972 - 73 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,358.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 17,702.5 |
| 1973 - 74 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,358.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 17,702.5 |
| 1974 - 75 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,358.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 17,702.5 |
| 1975 - 76 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,406.5 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,227.73 | 1,368.04 | 1,307.84 | 17,192.61 |
| 1976 - 77 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,503.5 | 1,406.5 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,502.45 | 1,495.71 | 1,487.38 | 17,637.27 |
| Mean
(m ³ /s-m) | 1,452.28 | 1,494.30 | 1,455.0 | 1,503.50 | 1,503.5 | 1,370.65 | 1,503.5 | 1,455.0 | 1,503.5 | 1,414.0 | 1,495.71 | 1,487.38 | 17,637.27 |
| Mean
(m ³ /sec) | 48.41 | 48.20 | 48.5 | 48.5 | 48.5 | 48.5 | 48.5 | 48.5 | 48.5 | 47.13 | 48.25 | 47.98 | 48.32 |

The discharge includes water of 0.5 m³/sec for sand flushing of the sedimentation basin.

* 100 % discharge 1,175.30 m³/sec-m = 39.3 m³/sec

95 % discharge 1,478.57 m³/sec-m = 47.7 m³/sec

Table-III.2.13 Evaporation at Lampas Alto

| Month
Year | Unit; mm | | | | | | | | | | | | |
|---------------|----------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Total |
| 1958 | 102.5 | 67.2 | 104.4 | 90.8 | 90.9 | 121.5 | 129.0 | 139.0 | 127.9 | 113.9 | 149.9 | 152.4 | 1,389.4 |
| 1959 | 133.1 | 88.8 | 84.3 | 78.2 | 92.7 | 95.1 | 126.0 | 139.3 | 134.4 | 101.7 | 101.8 | 89.9 | 1,265.3 |
| 1960 | 84.9 | 71.7 | 93.1 | 72.7 | 98.9 | 116.3 | 120.0 | 137.6 | 138.5 | 115.2 | 86.9 | 128.9 | 1,264.7 |
| 1961 | 76.1 | 65.3 | 90.2 | 83.0 | 91.9 | 107.5 | 137.5 | 147.9 | 116.3 | 146.0 | 77.4 | 77.3 | 1,216.4 |
| 1962 | 61.5 | 72.4 | 66.5 | 73.1 | 99.1 | 94.0 | 132.0 | 126.0 | 123.9 | 137.3 | 123.8 | 111.1 | 1,220.7 |
| 1963 | 60.5 | 59.3 | 81.8 | 80.0 | 89.8 | 118.5 | 128.5 | 133.6 | 125.9 | 131.0 | - | 84.6 | *1,093.5 |
| 1964 | 90.0 | 75.9 | 74.5 | 81.4 | 93.0 | 95.5 | 103.6 | 114.5 | 114.7 | 107.9 | 95.0 | 112.3 | 1,158.3 |
| 1965 | 94.7 | 69.6 | 80.1 | 85.1 | 95.6 | 110.6 | 96.1 | 112.5 | 102.0 | 97.9 | 116.3 | 100.0 | 1,160.5 |
| 1966 | 90.5 | 82.6 | 93.4 | 86.0 | 90.2 | 102.7 | 122.5 | 123.5 | 119.2 | 76.9 | 68.2 | 64.9 | 1,120.6 |
| 1967 | 53.6 | 35.5 | 51.5 | 67.5 | 63.0 | 69.0 | 60.4 | 75.8 | 90.0 | 51.7 | 78.2 | 71.3 | *767.5 |
| 1968 | 65.8 | 53.2 | 53.8 | 65.7 | 61.5 | 71.0 | 82.0 | 78.6 | 75.8 | 69.4 | 78.5 | 65.6 | *820.9 |
| 1969 | 67.2 | 49.3 | 56.1 | 56.3 | 72.5 | 70.5 | 87.0 | 77.9 | 83.2 | 77.9 | 60.6 | 54.6 | *813.1 |
| 1970 | 47.5 | 47.3 | 61.9 | 62.9 | 56.3 | 56.6 | 76.5 | 84.5 | 64.9 | 67.9 | 53.3 | 52.3 | *731.9 |
| 1971 | 43.1 | 36.6 | 44.5 | 56.8 | 62.5 | 62.5 | 77.0 | 67.3 | 83.5 | 79.4 | 88.0 | 56.4 | *757.6 |
| 1972 | 53.6 | 48.5 | 49.8 | 46.0 | 52.8 | 65.0 | 74.8 | 83.0 | 91.4 | 77.0 | 97.6 | 78.9 | *818.4 |
| 1973 | 87.4 | 69.7 | 86.0 | 77.4 | 80.7 | 82.9 | 92.2 | 110.3 | 96.4 | 87.4 | 69.3 | 49.1 | 988.8 |
| 1974 | 47.2 | 44.0 | 53.1 | 66.5 | 78.5 | 68.7 | 102.0 | 95.3 | 104.9 | 112.9 | 90.8 | 76.7 | *940.6 |
| 1975 | 66.0 | 48.1 | 59.9 | 55.6 | 61.3 | 50.9 | 83.5 | 78.9 | 77.5 | 100.5 | 88.6 | 74.8 | *845.6 |
| 1976 | 55.9 | 37.2 | 59.4 | 44.3 | 40.0 | 56.4 | 102.5 | 72.5 | 99.4 | 104.1 | 91.7 | 81.8 | *845.2 |
| Average | 91.2 | 73.7 | 85.8 | 80.9 | 92.5 | 102.9 | 117.7 | 127.8 | 119.3 | 109.4 | 98.7 | 98.4 | |

The value observed in 1963, 1967~1972 and 1974~1976 with indicating * are not included in the average value . The reason for this is that these value are not complete for years mentioned above

Table-III.2.14 Evaporation at Querococha

Unit; mm

| Month
Year | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Total |
|---------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 1958 | | | | | | | | | | | | | |
| 1959 | | | | | | | | | | | | | |
| 1960 | | | | | | | | | | | | | |
| 1961 | | | | | | | | | | | | | |
| 1962 | | | | | | | | | | | | | |
| 1963 | | | | | | | | | | | | | |
| 1964 | | | | | | | | | | | | | |
| 1965 | 102.4 | 86.6 | 96.7 | 91.3 | 113.0 | 126.3 | 112.9 | 128.9 | 103.5 | 107.7 | 107.6 | 105.8 | 1,283.7 |
| 1966 | 108.0 | 91.0 | 105.0 | 108.5 | 90.8 | 112.0 | 141.5 | 137.3 | 135.0 | 108.3 | 98.8 | 68.2 | 1,304.4 |
| 1967 | 60.8 | 56.7 | 57.6 | 74.0 | 70.5 | 76.9 | 67.2 | 84.7 | 94.0 | 69.8 | 79.0 | 79.6 | *870.8 |
| 1968 | 72.9 | 76.2 | 64.4 | 74.3 | 69.5 | 73.0 | 89.5 | 82.5 | 83.0 | 80.7 | 77.8 | 77.6 | *919.4 |
| 1969 | 79.9 | 56.1 | 59.3 | 67.1 | 75.1 | 64.2 | 95.5 | 89.0 | 96.6 | 94.7 | 74.8 | 69.4 | *921.7 |
| 1970 | 56.4 | 66.7 | 81.0 | 75.4 | 66.0 | 45.2 | 84.7 | 99.4 | 83.3 | 89.0 | 60.9 | 72.7 | *880.7 |
| 1971 | 57.7 | 54.2 | 65.8 | 69.1 | 60.2 | 68.3 | 75.3 | 72.0 | 78.0 | 80.1 | 78.4 | 66.9 | *826.0 |
| 1972 | 66.4 | 77.2 | 64.2 | 59.5 | 61.2 | 76.8 | 85.5 | 87.8 | 95.6 | 74.9 | 67.5 | 66.4 | *883.0 |
| 1973 | 112.9 | 76.4 | 84.4 | 81.5 | 101.0 | 92.9 | 114.1 | 126.0 | 106.4 | 84.3 | 88.4 | 44.9 | 1,113.2 |
| 1974 | 51.7 | 48.9 | 51.9 | 64.0 | 85.6 | 61.6 | 111.1 | 92.7 | 86.3 | 83.4 | 72.1 | 80.6 | *889.9 |
| 1975 | 68.8 | 36.6 | 63.9 | 62.8 | 72.7 | 73.5 | 87.1 | 92.3 | 63.9 | 78.0 | 78.7 | 68.4 | *846.7 |
| 1976 | 51.0 | 46.8 | 59.1 | 77.3 | 66.9 | 75.4 | 139.4 | 90.7 | 98.4 | 95.5 | 94.7 | 79.7 | *974.9 |
| Average | 107.8 | 84.7 | 95.3 | 93.8 | 101.6 | 110.4 | 122.8 | 130.7 | 115.0 | 100.1 | 98.6 | 73.0 | |

Average value was calculated for 3 years, in 1965, 1966 and 1973

Table-III.2.15 Evaporation at Safuna Unit; mm

| Month
Year | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Total |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 1969 | 78.1 | 43.3 | 51.6 | 50.9 | 54.6 | 48.2 | 57.2 | 66.7 | 75.4 | 64.1 | 73.4 | 56.1 | 719.6 |
| 1970 | 47.6 | 46.3 | 61.4 | 44.4 | 53.6 | 52.2 | 62.4 | 80.0 | 54.2 | 64.2 | 45.0 | 54.8 | 666.1 |
| 1971 | 60.4 | 37.0 | 54.1 | 56.2 | 51.2 | 51.8 | 67.6 | 65.6 | 59.2 | 52.9 | 59.7 | 53.6 | 669.3 |
| 1972 | 62.1 | 61.8 | 46.2 | 42.0 | 52.4 | 48.3 | 64.8 | 60.5 | 57.7 | 57.0 | 75.8 | 65.8 | 694.4 |
| 1973 | 52.7 | 53.5 | 50.2 | 42.1 | 53.4 | 47.2 | 54.2 | 59.2 | 50.4 | 47.2 | 60.8 | 45.9 | 616.8 |
| 1974 | 50.9 | 40.1 | 46.1 | 49.5 | 61.6 | 46.5 | 61.9 | 56.9 | 57.3 | 53.0 | 73.7 | 63.7 | 661.2 |
| Average | 58.6 | 47.0 | 51.6 | 47.5 | 54.5 | 49.0 | 61.4 | 64.8 | 59.0 | 56.4 | 64.7 | 56.7 | |

Table-III.2.16 Evaporation at Reservoir Unit; mm

| Month | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 26.7 | 23.7 | 24.7 | 24.3 | 26.6 | 30.3 | 33.3 | 36.0 | 34.2 | 30.0 | 28.6 | 25.8 |

Table-III. 2. 17 Temperature at Upper Drainage Area of Santa River

1) At Lampas Alto (Altitude; 4030 m) Unit; °C

| | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Maximum | 12.2 | 11.7 | 12.0 | 12.4 | 12.8 | 13.0 | 13.1 | 13.6 | 13.7 | 13.5 | 12.5 | 12.9 |
| Minimum | 1.4 | 1.9 | 2.0 | 1.2 | -0.5 | -3.1 | -3.8 | -3.4 | -1.4 | -0.4 | -0.8 | 0.4 |

2) At Querococha (Altitude; 3980 m) Unit; °C

| | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Maximum | 12.1 | 11.9 | 12.1 | 12.7 | 13.1 | 13.0 | 13.1 | 13.5 | 13.7 | 13.5 | 13.3 | 12.9 |
| Minimum | 2.2 | 2.4 | 2.5 | 2.3 | -1.5 | 0.7 | 0.4 | 0.5 | 1.2 | 1.6 | 1.2 | 1.6 |

3) At Safuna (Altitude; 4275 m) Unit; °C

| | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Maximum | 10.5 | 10.2 | 9.9 | 10.5 | 10.8 | 10.4 | 10.6 | 11.4 | 10.9 | 11.2 | 11.5 | 10.7 |
| Minimum | 1.2 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | -0.8 | 0.3 | -0.4 | -0.1 | 0.3 | 0.9 | 0.8 | 0.9 |

第 3 章 地 質

3.1 調査地域の地形・地質

Peru の地勢は、Fig-Ⅲ. 3. 1 に掲げたように特徴ある幾つかの地勢区に分けられる。すなわち、国土を北西から南東へ縦断し国土の西半の大部分を占める「Andes山系」を大陸の分水嶺の核として、その西側の太平洋岸に沿う狭い「海岸山脈および平野地帯」および東側の Amazon 上流域に展開する広大な「Sub-andes 山地および Amazon 平地」である。

「Andes 山系」は標高 7,000 m 級の山を筆頭に、5,000 m 以上の高峰が連なる大山系であるが、そのほぼ中央を山系の軸と平行に走り Titicaca 盆地に達する Interandes trough により、東および西のブロックに二分され、また、東部 Andes と Amazon 平野との間には Sub-andes 山地が存在する。

「海岸山脈および平野地帯」は、その東縁を Andes 山系で画された地帯で、その幅は狭い所では 20 km 広い所でも約 100 km に過ぎない。この地帯は標高 500 m から 1,500 m の海岸段丘、沖積平野および一連の低い丘陵地から構成されており、北部および南部では山地が海域に臨み、背後の Andes 山系との境界には狭い平地が形成されている。海域は狭くゆるやかな大陸棚から、急激に深さ 6,000 m ないし 7,000 m の Peru - Chile 海溝に移る。

「Sub-andes 山地および Amazon 平地」はほぼ国土の東半を占めている。海岸平野の気候・風土が砂漠性、Andes 山系が大きな峡谷では酷暑から温暖、高地では寒帯であるのに対し、Amazon 平野は熱帯性である。

国土を構成する岩石は堆積岩、変成岩および火成岩よりなり、その年代は先カンブリア時代から新第三系のものであり、これらをおおむね第四系堆積物の起源は海成、湖沼性、風成、氷河成等多様である。

Andes 山系を占める堆積岩類は著しく褶曲し、その上、断層が発達しており、地質の構造は北西から南東の方向性を有する。また、西部および東部山脈の変形を受けた堆積岩には、大規模な貫入岩体が見られる。したがって、岩石の分布は地勢に関連しており、西部 Andes 山系および Sub-andes 地域は中生界および第三系、東部 Andes 山系は大部分が古生界から構成されている。

調査地域は Santa 河の中流域と下流域の境界一帯である。Santa 河は東部 Andes 山系を地質構造に従って Cordillera Blanca (白い山脈) と Cordillera Negra (黒い山脈) との間を北々西にほぼ直線状に流下し、調査地域で南西に流路を転じ Andes 山系の東縁を横断して Chimbote 市の北方で太平洋に注ぐ、調査を実施した範囲は上流側は Cañón del Pato から下流は Chuquicara 部落までおよそ 50 km にわたる。

調査地域の地形は、標高 3,000 ~ 5,000 m の不毛の山々が連なる山岳地帯であり、Santa 河およびその支流が深く刻食し、峡谷より山頂頂部まで 30° ~ 50° の急斜面が形成されているので、その景観は非常に壮大である。

特に Cañón del Pato の峡谷は両岸とも河床より数百 m の高さの絶壁が延々と数 km にわたり連続している。この峡谷の下流から Manta 川に至る Santa 河の右岸には標高約 1,500 m をいし 2,000 m にかけて平坦地や緩斜地が広がっているが、一方、左岸側および下流側は標高 3,000 ~ 4,500 m の起伏に富んだ山地が連なっている。

北上してきた Santa 河は Cañón del Pato 付近で大きく曲流して、北西へ流下し、調査区域のほぼ中央部の El Chorro で、右岸から流れてくる Manta 川を合わせて、向きを西へ変えながら、Chuquicara 部落付近で南下してきた Tablachaca 川を合流して流下する。この間の本流の河川勾配は平均約 $\frac{1}{50}$ である。

調査区域に分布する地質は次の通りである。なお、地層の層序、岩石および堆積物の特徴ならびに構造物の基礎の岩種の概要を Table-III. 3. 1 に掲げた。

チカマ累層 (Chicama Formation) : 中生代後期ジュラ紀、主として暗灰色~黒色の頁岩層よりなるが、所々淡灰色の砂岩を挟在する。この累層は褶曲、断層、その他貫入により強い変成作用を受けているため、その層厚を測定するのは困難である。また、上部累層との関係は多くの場合漸移しており、整合とされているが、所によっては平行不整合とみなされていることもある。

チム累層 (Chimu Formation) : 中生代前期白亜紀

白~淡灰色の珪岩、および珪質砂岩、その他黒色頁岩や淡灰色の砂岩より構成されている。この累層の岩石は硬く、風化にも強いので、地形は高く、かつ角ばった景観をなしていることが多い。また、この累層はレンズ状の石炭層を挟み、その層厚は数 cm から最大で 3 m 位であり、石炭化度がすくみ無煙炭となっている。この累層の厚さは 500 ~ 800 m 位であり、上部累層とは整合関係としているものと若干の不整合関係としているものがある。

サンタ・カルワス累層 (Santa-Carhuaz Formation) 中生代前期白亜紀

この累層は上部の Santa Formation と下部の Carhuaz Formation に分けられる。サンタ累層は層厚が 150 m 位であり、主として黄色あるいは暗灰色を呈した泥岩より成り、基底部ではもろい砂質頁岩を上部では石灰岩の薄層を挟在している。

Carhuaz 累層は層厚が 1,000 m 位であり、淡灰色あるいは黒灰色の細粒砂岩、頁岩よりなり、石灰岩の薄層を挟在している。また、基底部には厚さ 10 m 位の石こう層がある。上部累層とは不整合関係で接している。ただ、Santa 累層が非常に薄いこと、また多くの場所で両累層の不整合面がはっきりしないことなどから、地質図では Santa-Carhuaz 累層として一括して取り扱っている。

カリプイ火山岩類 (Calipuy volcanic rocks) : 中生代後期白亜紀~新生代古第三紀

安山岩質、流紋岩質、石英安山岩質の熔岩流や火山砕屑物よりなり、また場所によっては頁岩層を挟在する。層厚は 2,000 m 以上にも及ぶ。

花崗閃緑岩類 (Granodiorite group) : 中生代後期白亜紀~新生代古第三紀

全体としては花崗閃緑岩よりなるが、石英閃緑岩、輝石閃緑岩等に漸移している所がある。

また、これらは深部では Andes 底盤と一体になっていると考えられる。

第四紀堆積物 (Quaternary deposits) : 新生代第四紀

これは崩積成、河成、氷河成等の新期堆積物を一括したもので、礫、砂、粘土よりなり、厚い所では百～数百mもの厚さに達する。

調査区域に分布する各累層は Peru 共和国全土の地質構造に支配され、北西から南東の方向性を有しており、概して地層は Santa 河上流から Chicama, Ohimu, Santa, Carhuaz の順で配列している。

Calipuy volcanic rocks は各累層を覆って Tablachaca 川周辺に主として分布している他、Santa 河左岸高位部にもみられる。また、花崗閃緑岩類は各累層を貫いて、Cañón del Pato 付近から調査地域の北東部にかけて分布する他、Tablachaca 川沿い等にもみられる。第四紀堆積物は主として、Hualinca 部落から Manta 川にかけての Santa 河右岸に広く分布し、平坦地や緩斜地をなしている。調査区域の地層は白亜紀末とその後の強い造山運動を受け、褶曲や断層を引き起こしている。

3.2 C-2 発電計画

3.2.1 Manta 取水ダム

(1) 地形・地質

この地点は Manta 川の下流部に位置する。調査は Manta 川最下流より Manta 川に沿って上流約 2 km にわたって行なわれた。Manta 川は調査区域の上流端右岸にある段丘平坦地の北縁をとりまくように右回りに、さらにその下流では左回りに、それぞれ大きく曲流し、その後西へ向ってほぼ直線的に約 1 km 流下して Santa 河に合流している。

Manta 川の兩岸の斜面はかなり急峻で、大体 40° 前後の勾配をなしている。現在水が流れている川幅は大体 10m 位であるが、氾濫原が 20～60m の広さで発達している。また、本流の河川勾配は平均 $\frac{1}{25}$ である。調査区域の上流端の右岸にある段丘平坦地は川床より 30～40m の高さがあり、山側へ約 50m、本流沿いに約 200 m の広がりをもっている。この地域の地質は Ohimu 累層の頁岩層で一部に砂岩を挟在する。この岩盤は川床より 5～10m 位は黒灰色を呈し、新鮮・硬質であるが、川床より数 10m 以上の所は風化し、赤褐色を呈しやや脆くなる所が多い。また、各所で岩盤は破碎され劣化しており、全体的には性状は不均質である。川が蛇行している付近には、N 50° W 70° SW の断層破碎帯が伏在すると予想され、現地でもこの周辺は岩盤がかなり破碎されているのが観察される。全体的な地層の走向・傾斜は N 50° W 60° NE を示す。

その他、斜面の各所には小岩片ないし細粒状岩片よりなる斜面堆積物や崖錐が広く岩盤を覆っている。しかし、その厚さは数 m 程度でそれ程厚くないと思われる。段丘堆積物は調査域上流端では広い平坦地を形成している他、小規模なものは斜面低位の至る所に分布している。

また、低位段丘堆積物は川床より数mの所に平坦地を形成している。さらに、河道に沿って主に礫よりなる氾濫原堆積物が分布している。

Manta取水ダム地点をManta川最下流より約750m上流に選定した。ダム軸付近では右岸は川床より3～4mの高さまで岩盤が露出している。一方、左岸はダム軸付近では岩盤は露頭していないが70～80m上流には川床より高さ数10mまで露出している。岩盤の状態は幾分風化し褐色に変色しているが、概して硬質で層理がよく発達している。また、頁岩は部分的に30～50cm幅の堅硬な砂岩を挟在している。低位部には狭い段丘が両岸に分布しており、その厚さは2～4m程度と思われる。崖錐堆積物は岩盤や段丘堆積物を覆って、数mの厚さで分布していると思われる。河床部には氾濫原堆積物および現河床堆積物が30～40mの幅で堆積している。これらの厚さは弾性波探査によれば10ないし15mと計測されている。

(2) 考 察

計画取水ダム地点は低位部の一部に崖錐および段丘堆積物が分布しているが、それらは薄く右岸には硬質な岩盤が露出している。岩盤には層理や割れ目がゆるみを生じ、開口している箇所もあるが、これらを掘削除去すれば取水ダムの築造は充分可能であると考えられる。しかし、岩盤は局部的にゆるんで開隙している所もみられるので、ダム基礎周辺の岩盤のゆるみの性状を調べる必要がある。また、ダム地点に存在する段丘の形状や性質もダムの基礎掘削の検討のため調べなければならない。

河床は幅30ないし40mで連続しており、ダムおよび付属構造物を設置するに十分な広さをそなえている。河床堆積物の厚さは弾性波探査では10ないし15mと測定されているが、ボーリング等によって確認する必要がある。なお、Manta川沿いには崖錐および段丘堆積物が発達しているため、堆砂について、設計に際しては十分配慮する必要がある。

3.2.2 C-2 導水路トンネル

Manta取水ダムとC-2発電所を結ぶこのトンネルは長さ12.7km、径4.8mで、Santa河右岸に計画されている。

トンネルは取水ダム地点から中間部にかけては、Santa河に接近した標高約1,000ないし1,500mの山腹の下を通過する。経路の中間部からC-2発電所地点の間はSanta河から約500ないし1,500m離れ、標高1,000～1,800m内外の多くの支沢や小さな尾根が存在する山腹の下を通過する。この区間は比較的顕著な支沢であるChunyay川の下や、標高1,700m位の尾根の下を通るが、土被りは、それぞれ約100mと800m程度である。

C-2トンネルの経路地質は珪岩を主とするChimu累層および閃緑岩を主とする花崗閃緑岩類である。また、場所によっては頁岩を主とするChicama累層の頁岩を通ることも予想される。これらの地質のうち、Chimu累層が経路のほとんどを占め、花崗閃緑岩類はC-2発電所地点付近にだけ、あらわれるものと推定される。トンネルは現在推定されている大きな断層とは交差

しないが、幾つかの褶曲構造に遭遇するものと予想される。多くの場合、褶曲の軸付近は剪断割れ目が発達しているが、褶曲構造の性状はトンネル掘削の難易に関連をもっている。

また、トンネル経路の大半を構成する Ohimu 累層は例えば Estacion Limena 付近のように石炭層を挟在している。挟炭層は褶曲地域では擾乱されている場合も多いし、石炭は石炭化度が進んでいるがトンネル掘削に際してはガス発生についても注意を要する。

3.2.3 C-2 地下発電所

(1) 地形・地質

調査は Casa Blanca を中心として主として Santa 河の右岸約 5 km にわたって行なわれた。調査区域は Manta 川と Santa 河の合流点と Tablachaca 川と Santa 河の合流点のほぼ中間位に位置している。

区域の地形は、部分的には小さな起伏を繰り返しているが、全体的には変化の乏しい急峻な斜面を形成している。斜面勾配は大体 35° 位である。河床標高は 720～775 m であり、頂部標高は 3,000～3,200 m で比高は約 2,500 m にも及ぶ。低位部には段丘平坦地が Santa 河に沿って発達しており、Casa Blanca では山側方向に約 150 m、流路方向に約 700 m の広さをもっている。しかし、急斜面が直接 Santa 河と接している所も各所に見られる。調査域における Santa 河はゆるやかに曲流しつつ、全体には東から西へ向って流下している。

地域の地質は Ohimu 累層の珪岩、Santa - Carhauz 累層の砂岩、頁岩の互層および閃緑岩よりなる。

Ohimu 累層は Casa Blanca より上流の中～低位部に分布している他、調査域の下流端では、背斜構造の核として現われている。この累層の珪岩は全体的に極めて硬質で白灰色を呈しており、層理がよく発達している。

Santa - Carhauz 累層は Casa Blanca より下流側に主として分布しており、上流側では Ohimu 累層および閃緑岩と接している。この累層の互層のうち、砂岩は一般に細粒で暗灰色を呈し、硬質であるが、層理や亀裂が発達し小岩片化し易い。頁岩は脆く、ハンマーの普通打によって容易に細粒化する傾向がある。

閃緑岩は調査区域の上流で Ohimu 累層、Santa - Carhauz 累層を貫いて分布しているが、その境界は不規則で詳細は不明である。

閃緑岩は全般には多少茶褐色に風化変色しており、亀裂発達しているが極めて硬質である。その他、段丘堆積物が Santa 河に沿って発達している。地質構造は北西から南東の方向性を有する背斜軸と向斜軸により、地層の傾斜の逆転が各所でみられる。また、地形観察から、Casa Blanca の北側斜面にはほぼ N-S 方向の断層が 2 本推定される。

C-2 発電所地点は、Mirador の上流約 5.5 km、Santa 河右岸山体の地下に選定した。この山腹は急峻で約 45° の斜面勾配を有し、所々小さな起伏を繰り返して沢地形をなしているが、

低位部は一様な斜面が連続している。地質は閃緑岩で、河床部では新鮮・塊状で白灰色を呈しているが、全体的には幾分風化し、茶色味を帯びている。さらに各所で亀裂が発達しており、径10cm前後の岩片化から後30～50cmの小岩塊化する傾向がある。硬さは多少風化していても極めて硬質である。

(2) 考察

計画発電所地点の閃緑岩は地表部では全体に風化し、亀裂発達しているが、極めて硬質であり、河床部および左岸の一部には新鮮・塊状な岩石が露出していることから、風化帯はそれ程厚くない事が予想される。発電所地点は山体のかなり深部に位置するので、新鮮な岩盤の存在が期待され、発電所の建設は可能であると考えられる。ただ、この地点はChimu果層との境界付近に位置しているため、貫入の形状によっては地下深部では閃緑岩が存在していない可能性もあり、貫入の影響を受け岩質の変質や劣化も予想される。今後は計画地点付近の地質の分布性状を充分確認する必要がある。

3.3 C-3 発電計画

3.3.1 C-3 調整池ダム

(1) 地形・地質

調査はTablachaca 川最下流より、川に沿って上流約10 km 地点を中心に、その上、下流約1 km にわたって行なわれた。地形は複雑で、右岸は川床より200～300 m 位まで60°から垂直に近い絶壁をなしてそそり立っており、斜面を多くの小さな沢が深く刻食している。左岸は支流Quebrada de Los Callejones の直下流に標高950～975 m にかけて鞍部をもつ尾根が張り出している。その尾根の南側斜面は、標高約900 m を頂点とするような凹地形を形成しており、調査区域下流端では、川床より70～80mまで絶壁に近い状態をなした尾根が突き出している。Tablachaca 川は5～30mの川幅を有し、支流Quebrada de Los Callejones との合流点付近までは、北から南へ流れているが、そこより向きを南東に変えている。調査区域における川床標高は680～740 m である。左岸側の川床より30～40mの所には道路が通っており、下流の尾根部ではトンネルになっている。

地域の地質は石英閃緑岩である。岩盤は広く露出しており、河床より50m位までは新鮮で地山として安定しているが、それ以上は部分的に幾分風化していたり、ゆるんでいたりしている所がある。石英閃緑岩は中粒で灰白色を呈しており、堅硬・塊状である。

また、岩盤中にはN 80° E 80° N～90° の節理が発達しており、さらに部分的に同じ方向性をもつ弱線もあって、岩盤が僅かに劣化している所もある。

崖錐堆積物は調査地域下流の両岸に比較的厚く堆積している。この堆積物は、石英閃緑岩の径10～15cmの礫を多く混入する粘性土であり、左岸道路のトンネル付近では垂直に近い状態で

自立している。調査地域には地形に変化を与えている互にほぼ平行する2条の線状構造が観察される。その一つは左岸に張り出している尾根の鞍部を通り、NNW-SSEの方向性を有するもので、これが尾根の上流側の支沢や地形に変化を及ぼしているように思われる。他の一つは左岸の Quebrada de Los Callejonesが Tablachaca 川に合流する付近を通り、本流に沿うN-Sの方向性を有するものである。

これら2条の線状構造は断層の疑いもたれる。C-3調整池ダム地点として、当初調査域下流端の尾根部が、川幅は狭く、兩岸とも新鮮・堅硬塊状な岩盤が高位まで急崖をなしていることから適当と考えられていた。しかし、今回の調査により、左岸の尾根山側には崖錐が厚く堆積しており、その下部に段丘砂礫が分布していることより、当地点は旧河床が存在する事が予想された。したがって、計画ダム地点をここより上流約200mの所に選定した。

この地点の地形は、右岸側では川床より250m位高位まで60°前後もの急崖をなしてそそり立っているが、左岸側では幾分緩く45°~50°の一様な斜面を形成している。また、川床の標高はほぼ710mで、幅は約3mである。石英閃緑岩は全体に堅硬・塊状で風化に乏しいが、前述の節理や弱線も発達し、岩盤の性状をやゝ劣化させている。左岸側の川床より50~60m付近では開隙節理もあって、多少ゆるんでいる。

(2) 考察

この地点の地形は兩岸とも高位まで急崖をなしており、川床の幅も狭い。また、地質的にも全般に基岩は堅硬で、風化も進んでいないので、ダム築造は充分可能であると思われる。ただ、岩盤には節理や弱線が発達し、しばしばそれらは開隙していたり、部分的にゆるんでいるため、今後は岩盤の性状を十分に把握する必要がある。また、左岸部には断層の存在が予想される。これは計画ダムから離れているが、沈砂池および導水路トンネルに影響を与える可能性があるため、その存在や性状を確認しておくことが望ましい。

湛水池内は崖錐堆積物や段丘堆積物が各所にあつて、調整池の堆砂は大きな問題であると考えられる。地形的には全般に安定しているようであるので、貯水後の大規模な地沈りの発生する可能性はまずないと考えられる。しかし、貯水区域について堆砂の問題を念頭においた調査および地沈り調査が必要であると思われる。

3.3.2 導水路トンネル

C-3計画の導水路トンネルは下記の二つの系統から構成されているので、それぞれの区分に従って地質を記述する。

C-3 Aトンネル……C-2発電所からC-3発電所の間約18.3 km (Santa河側)

C-3 Bトンネル……C-3調整池ダムからC-3発電所の間約9.1 km (Tablachaca川側)

A. C-3 Aトンネル

このトンネルは長さ約18.3 km、径4.8 mで、Santa河右岸に計画されている。トンネルは

C-2 発電所地点から中間部にかけては、Santa 河に接近した、標高 800 ないし 1,000 m の山腹の下を通過し、経路の中間部から C-2 発電所地点にかけては、Santa 河から 500 ないし 3,000 m 位離れた、標高 800 ないし 2,000 m 内外の山腹および尾根の下を通過する。トンネル経路を通じて被りが 100 m 程度の薄い個所が Cerro Campanario の南にあり、一方被りの厚い所は下流部に突き出している大きな尾根の下で、約 1,300 m にも達している。トンネルが通過する地質は閃緑岩および花崗閃緑岩を主とする花崗閃緑岩類、珪岩を主とする Chimu 累層、砂岩・頁岩の互層を主とする Santa - Carhauz 累層である。また、下流部では安山岩を主とする Calipuy 火山岩類を通る可能性もある。これらの地質のうち、Santa - Carhauz 累層が経路のほとんどを占めるが閃緑岩と Chimu 累層は C-2 発電所付近から Mirador 付近の間に、また、花崗閃緑岩は、C-3 発電所付近にあらわれるものと考えられる。C-3 発電所から約 1 km 手前では断層が推定される。また、放水路の C-3 発電所から 300 ないし 400 m 位の地点でも断層が推定される。

B. C-3 B トンネル

このトンネルは長さ約 9 km、径 3.8 m で、Tablachaca 川左岸に計画されている。トンネルは Tablachaca 川に接近した、標高 800 ないし 1,000 m 程度の山腹下を通過する。トンネル経路を通じて被りの薄い所は約 100 m で、厚い所は約 400 m であるが、200 ないし 300 m の被りを有する区間が一番長い。トンネルは中間部で幾つかの小さな尾根や、支沢の下を通るが、ほとんどの区間は一様な勾配をもつ斜面の下を通過する。

トンネルが通過する地質は全区間石英閃緑岩および花崗閃緑岩を主とする花崗閃緑岩類であり、C-3 発電所付近の一部に安山岩を主とする Calipuy 火山岩類があらわれる可能性がある。石英閃緑岩は C-3 調整池ダム付近に分布するが、C-3 発電所付近では花崗閃緑岩に漸移している。また、C-3 発電所より 500 m 位手前では断層が推定される。

C. 考察

C-3 計画の C-3 A および C-3 B のトンネルは、C-3 発電所付近で推定されている断層の他は、連続性のある大きな断層破砕帯とは交わらない。また、トンネルの被りは薄い所では 100 m 程度であるが、地表部での岩盤は概して良好で、地山は安定していること等を考え合わせると、経路のほとんどの区間の岩盤は著しい風化は受けておらず、かなり良好な地質であるように思われる。しかし、トンネルの地質に関しては下記のようないくつかの注意すべき地質現象があげられる。①花崗閃緑岩類の貫入の接触部岩盤は変質し、劣化している可能性がある。②トンネルは調査区域の主要地質構造の方向を横切るように設定されているので、余儀なく幾つかの断層破砕帯や節理帯に遭遇する可能性がある。しかし、これらの弱線がトンネル経路と平行でないのは好ましい条件であろう。③C-3 調整池ダムおよび C-3 発電所付近には断層が予想される。④C-2 A トンネルは Chimu 累層を通る。この累層は石炭層を挟んでおり、この石炭層より過去に事故を起したといわれる有毒ガスが発生することも予想される。ただし、

この石炭層は坑内爆発の要因となるメタンガスを発生しないとのことである。⑤C-3 Aトンネルが Cerro Campanario の尾根を通過する区間は被りが1,300 mにも達す。この区間の岩石は砂岩・頁岩の互層よりなる Santa - Carhuaz 累層で、山ハネ現象が起こる可能性がなくはない。以上述べたような問題点を念頭にして、精度の高い地形図を用いて地質調査を進める必要がある。

3.3.3 C-3 地下発電所

(i) 地形・地質

C-3 発電所については、Santa 河と Tablachaca 川で挟まれて南西に突き出した尾根の先端部（A地点）と、この地点より Santa 河に沿う下流約7 km の右岸山体（B地点）の2地点を比較地点としてそれぞれ調査を行なった。

(i)-1 A地点

この地点の位置する尾根は標高約1,000 mの部分が鞍部になっており、斜面は Santa 河側も Tablachaca 川側も35°位の勾配を有し、鞍部からの支沢が両側の斜面を刻食している。Santa 河側斜面にはその他に小さな支沢がいくつかあるが、Tablachaca 川側斜面はほぼ同様である。また、尾根の最先端低位部、つまり Santa 河と Tablachaca 川との合流点には、長さ200 m、幅100 m位の広さの段丘が存在している。合流点付近の河床標高は約500 mである。地点の地質は花崗閃緑岩、安山岩および Santa - Carhuaz 累層の砂岩・頁岩の互層よりなる。花崗閃緑岩は Santa - Carhuaz を貫いて、この地域の主体をなしており、一般に白灰色を呈し、概して新鮮、堅硬である。しかし、Tablachaca 川側の斜面の一部にゆるみが著しい部分および不規則な亀裂が入っている部分があり、岩盤の性状は均質ではなさそうである。また、尾根の最先端の標高500 m付近には地入り性の亀裂があるが、部分的な表層入りと思われる。安山岩は熔岩として、標高600ないし700 m位以高に尾根部を覆って分布し、概して灰色を呈し、全般に風化が進みもろくなっている。

Santa - Carhuaz 累層の砂岩・頁岩は Santa 河沿いに分布し、一般に黒灰色を呈し硬質である。断層は尾根鞍部を通り、NW - SE の方向性をもつものが推定される。この推定断層と発電所地点の距離は約1 km である。また、Santa 河下流右岸の Santa - Carhuaz 累層と花崗閃緑岩との境界付近は著しく破碎されており、現場の状態から断層破碎帯の存在を推定した。しかし、これは花崗閃緑岩の貫入による Santa - Carhuaz 累層の破碎帯であることも考えられる。

(i)-2 B地点

この地点は前述の C-3 A地点の比較であり、Chao Viru 灌漑計画の取水口付近に位置する。地形は斜面には小さな支沢に刻食された山ひだが多い山体である。また、地点の下流側にやや顕著な支沢があり、上流側の裾部は緩傾斜になっている。Santa 河は全体としては東