

第9章 ダムの安全管理体制組織

第9章 ダムの安全管理体制組織

普段の保守点検は、高価な建設費を投じて建設された設備を、常に、また長期にわたって、良好な状態に保たせるためには、欠かせない手段である。また、そうすることによって、施設の能力を安定し、しかも有効に発揮できるようになり、設備投資の効果も十分に発揮されることとなる。

アンガット発電所の現状について調査した結果、保守管理に関する技術各分野の中で、プラントに直接関係のある機械および電気技術分野に関しては、組織が確立され十分な技術者が配置されているが、重要な土木構造物が存在する土木技術分野は、組織および技術者の配置が不十分であるとの印象を持った。

フィリピン共和国と日本国とでは、消費側の実態や、気象条件、発電設備の規模、構成などいろいろな点で事情は異なる。しかし、保守管理に関する組織を充実し、保守費を投じて、設備有効利用を計れば、設備稼働率向上の可能性は十分に存在すると考えられる。

さらに、当アンガット発電所はその発生する電気がルソン島電力系統網への電力供給に重要な役割を果たす以上に、マニラに供給する上水道の生命線を握っておるものであるから、そのダムを安全に管理するための十分な体制を持っていなければならない。

急速に進展しているフィリピン共和国の電力需要の伸び、特にここ1、2年の急激な電力需要の伸びは、将来においても大幅な伸びを示すことは明らかであり、また、年を追ってマニラ上水への水の必要供給量も増えて来ている。この機会に、保守管理体制を整備、拡充して置くことは、今後の電気事業、並びに MWSS の事業運営に大切なことである。

(1) 本社の組織について

老朽発電所もあれば、最近完成した新鋭の発電所もあって、電源設備事情は複雑であるのが常であるとともに、土木設備の事情もまた複雑である。

それら設備を円滑に運営するためには、現場で定期的に行われる保守点検の結果を解析

評価して、年々の保守計画および長期保守計画を樹立する必要がある。

また、この計画に従った予算設定と、補修工事などの保守業務が実施されて行かねばならない。

このほかに、大規模で、かつ重要な土木構造物については、別途モニタリングによる監視が行なわれ、そのデータの解析と評価が、土木技術者によって定期的に行なわれる必要がある。

これらの業務を効率よく実施するため、本社水力プロジェクト部内に設計課とならんで保守課を設け、数名の土木技術者を配し業務に当たらせる必要がある。

(2) 北ルソン地域事務所 (Northern Luzon Regional Center) について

アンガット発電所が所属する北ルソン地域事務所は、アンブクラオ、ビンガ、アンガットなどの大ダムを初めとして、5つの発電所で 863 MW の水力発電設備を管理運営しており、ルソン島電力系統網の中で、中心的役割をもった事務所である。

この事業所は、1,600名の NAPOCOR 職員によって組織され、傘下の5水力発電所と送変電設備を管理する4つの事業所の運営を行っている。しかし、この組織を構成する技術者は、電気、機械の技術者がほとんどで、各発電所の技術者も加えると、863 MW を、1,120 名 (運転 455, 保守 655) で運営している。

アンガット発電所には、2名の土木技術者が配属されているが、これは水文関係の技術者であってダムその他の土木構造物に対する保守点検としての技術者が配備されていない。

このことは、土木構造物の保守点検が、土木技術者によって行われてはいないということである。

土木構造物は、年々手入れを行い、計画的な保守管理を行わないと、ある時突然、多額の保守工事費の出費を招くケースが多々ある。少なくとも図-9.3のように土木係を設け、2名の土木技術者と同アシスタント3名を配置してアンガット発電所をはじめ、管内各発電所の土木構造物の保守点検に万全を期する必要がある。

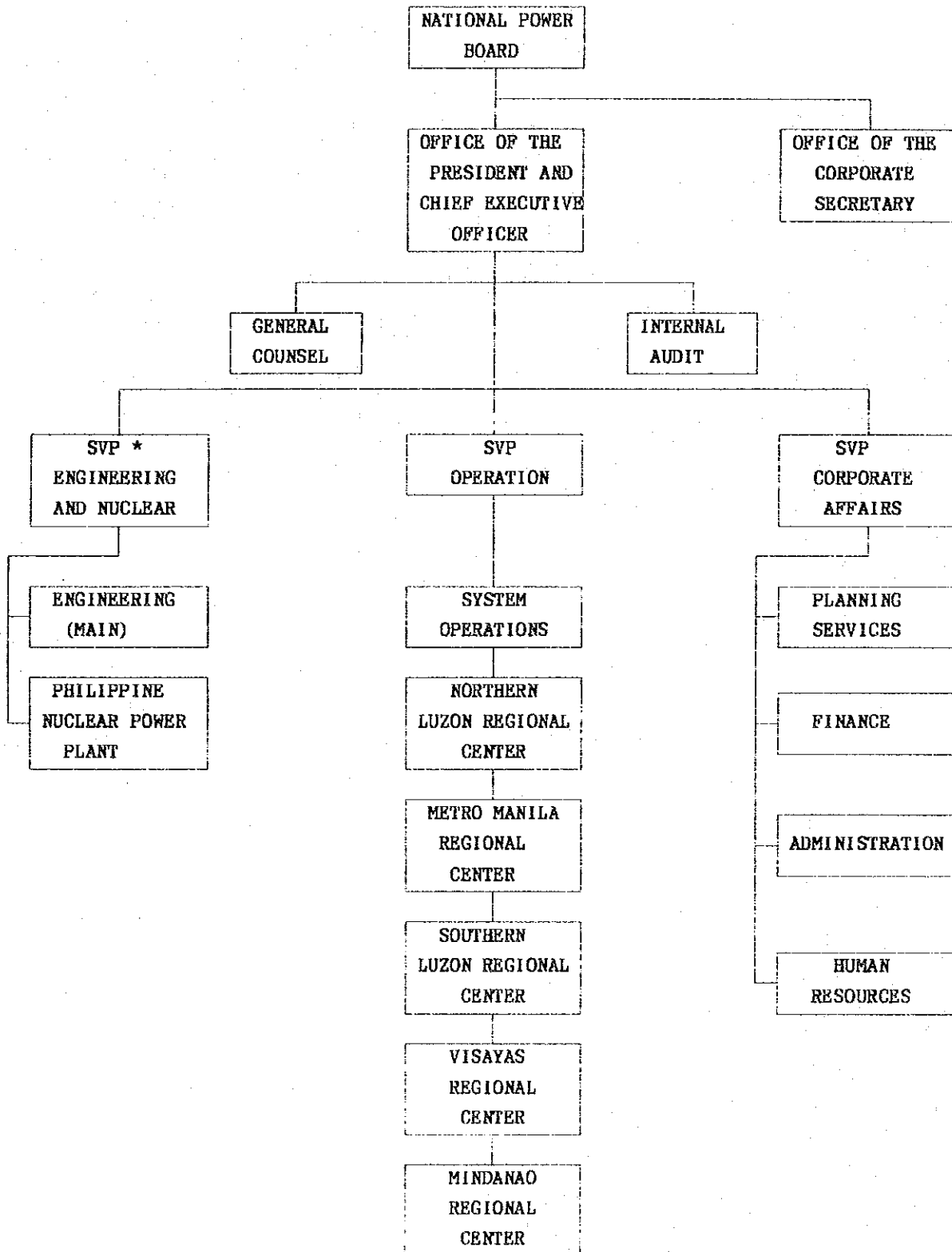
(3) アンガット発電所について

現時点でなすべきことは、特に、土木構造物について、建設当時からの情報の整理と、実測調査を行って、その施設の現状を、正確に把握することが、先ず第一である。時間がたてばたつほど、これらの資料は散逸し、施設の状況を、正確に把握することが困難になって行くものである。

次いで行うべき事項は、日常行う定期的な土木構造物の巡視点検である。特に、大規模で重要土木構造物が、広い地域に存在する北ルソン地域事務所では、各発電所に最低1名の土木技術者が常駐して、保守点検業務に当たる必要がある。

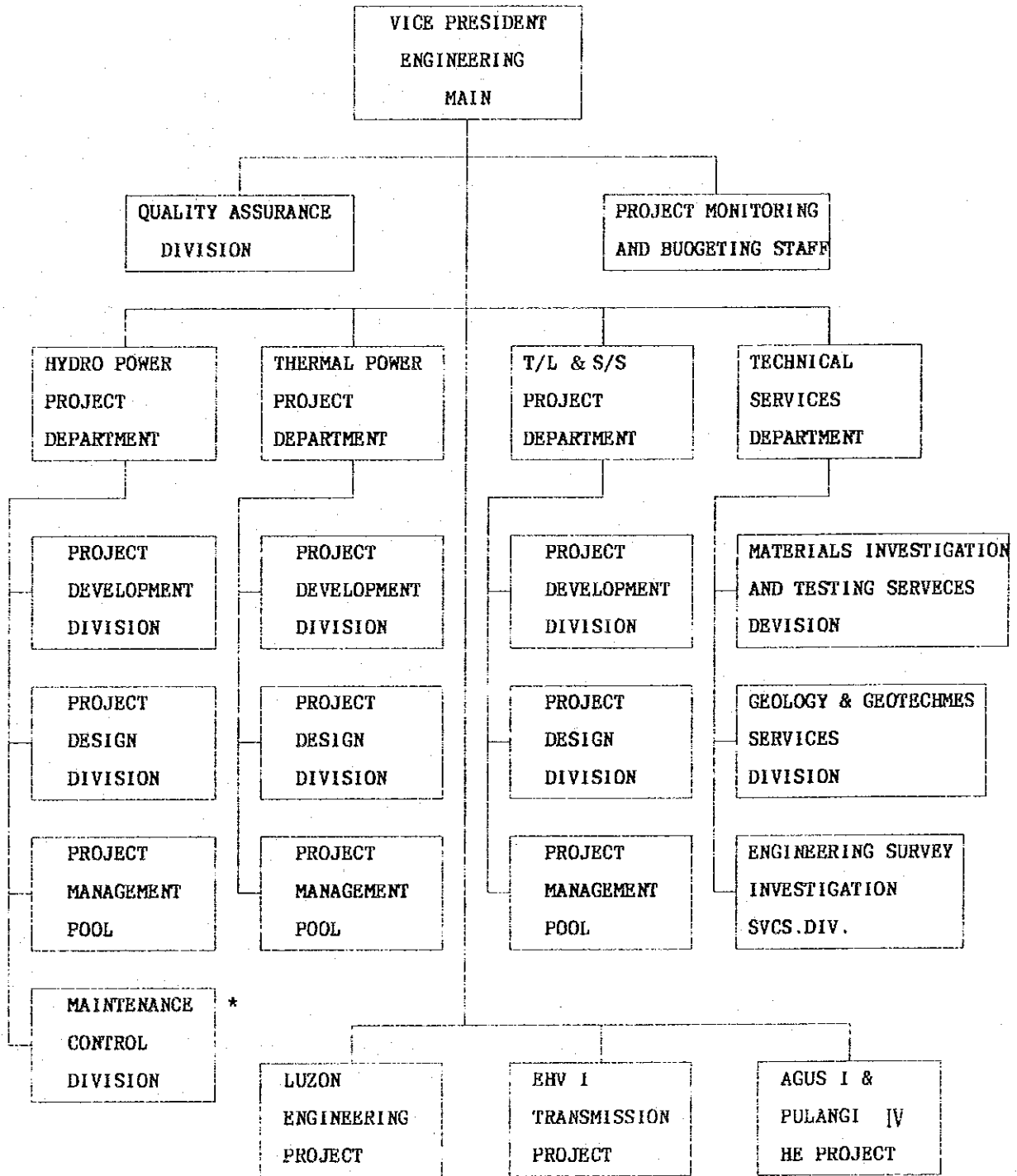
この技術者は、発電所にあつて、単に土木構造物の巡視点検のみならず、定常的には、ダム洪水吐のゲート操作や、貯水池水位の動きの監視など、多くの業務を担当することになる。特にアンガットダムは北ルソン地域事務所からは相対的に離れており、緊急事態が発生したときの、応急手段が直接現場でとれるような技術者を常駐させ、対策に遺漏ないようにするのがのぞましい。

ORGANIZATION CHART
NAPOCOR



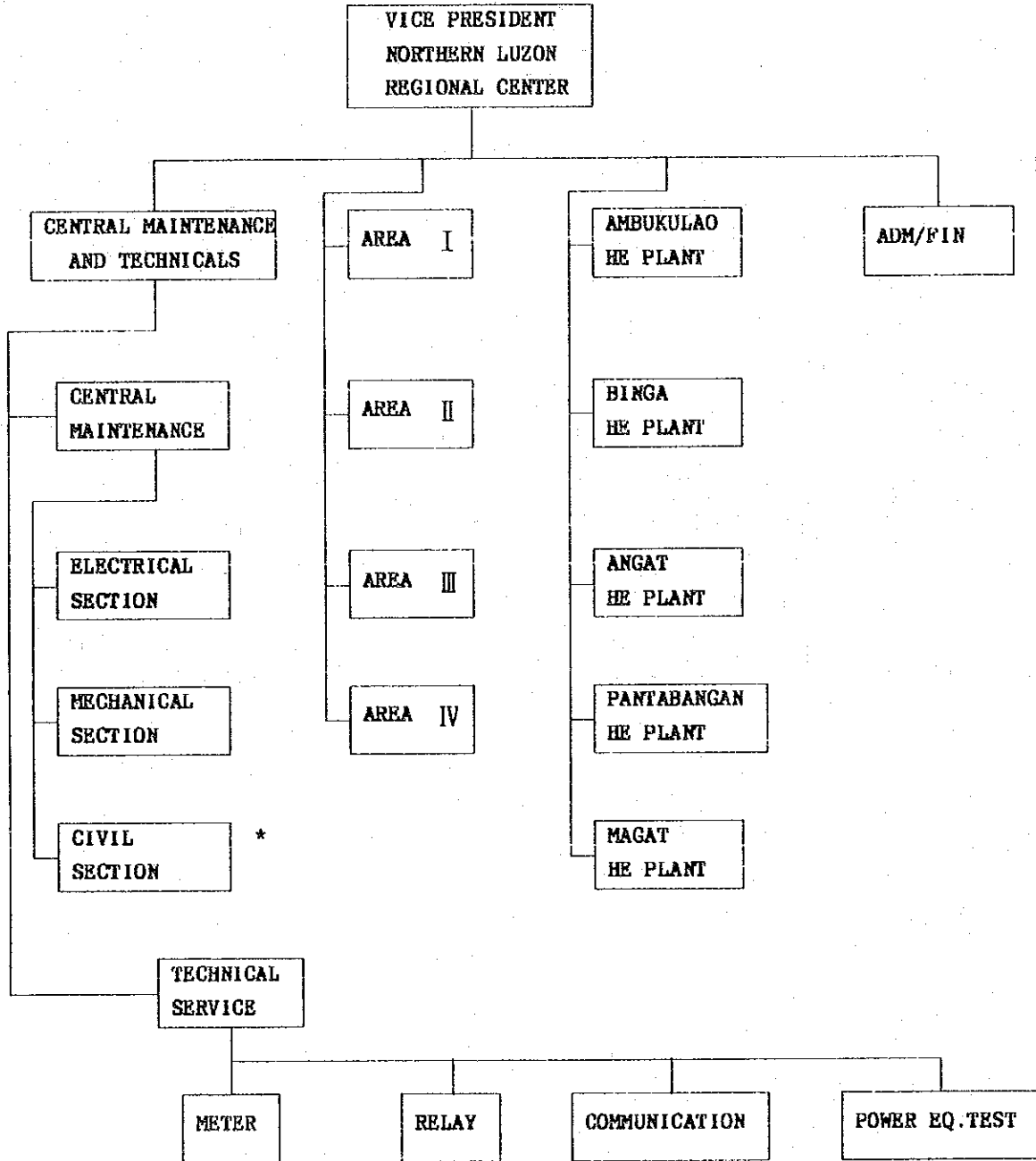
Total Number of Personnel : 10,819 (As of Dec.31 1987)

☒ -- 9.2 ORGANIZATION CHART
 HEAD OFFICE ENGINEERING-MAIN



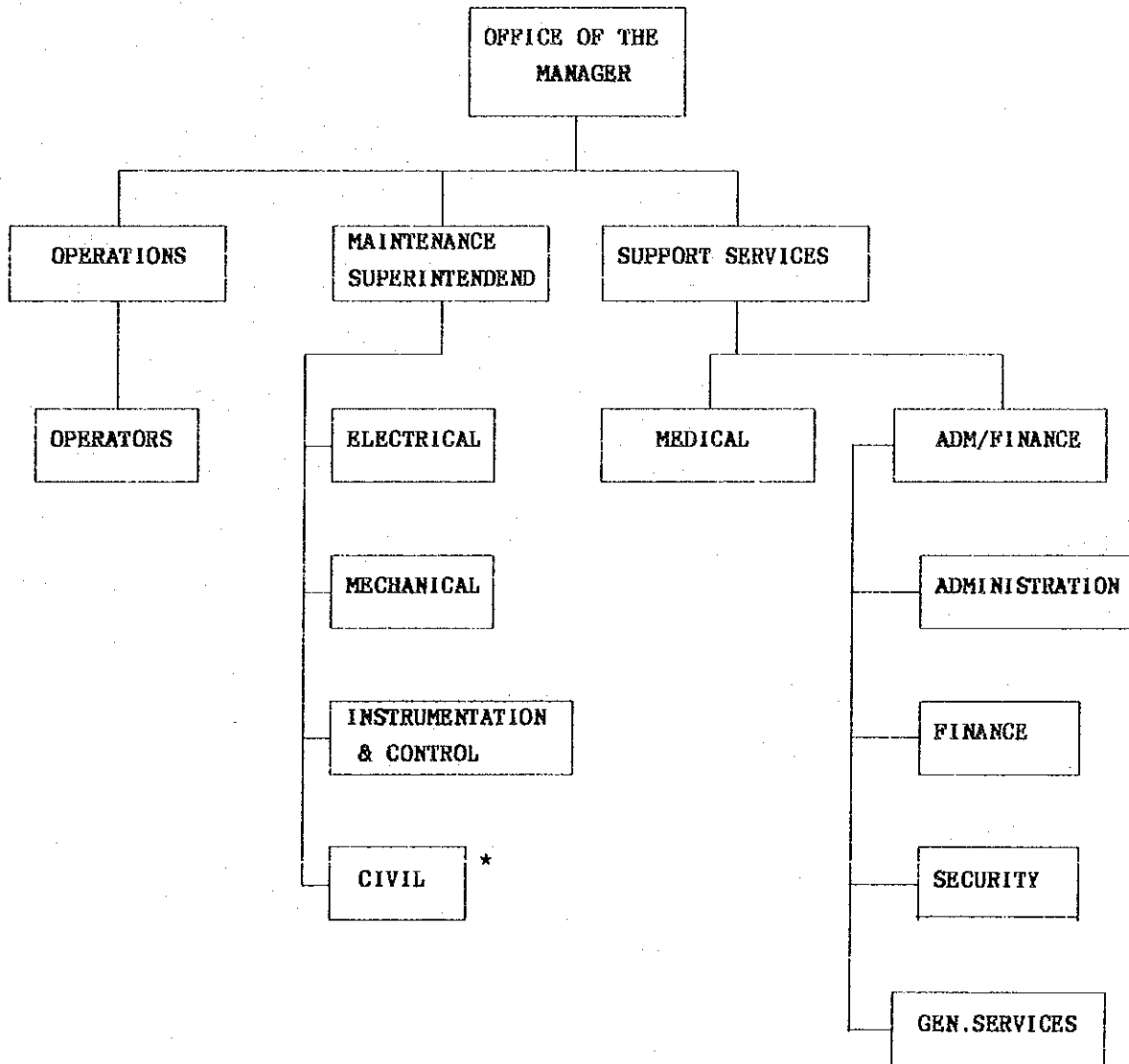
* A division recommended to be newly established.

ORGANIZATION CHART
NORTHERN LUZON REGIONAL CENTER



* A section recommended to be newly established.

☒--9.4 ORGANIZATION CHART
 ANGAT HAYDROELECTRIC POWER PLANT



* A group recommended to be newly established.

第10章 補 遺

(アンガット発電所鉄管路漏水)

補 遺

第 10 章 アンガット発電所鉄管路漏水

1987年9月に開始されたアンガットダム発電所についての調査検討事項には、当初重要な項目の一つとして鉄管路・水車の漏水調査が含まれていた。しかし、その後フィリピン側の理由により鉄管抜水ができなくなり、NAPOCOR からの手紙（1988年7月15日付、Ref.No.88 - HDV - 151）による要請に基づいて、当初予定していた鉄管路・水車に関する調査が、本業務の調査項目から除外されることになった。しかし、鉄管路からの漏水問題はアンガット発電所の安全性に関して非常に重大な項目であるので、それまでに得られている NAPOCOR 独自の調査資料に基づき、でき得る限りの範囲で解析検討を試みた。以下に示すものはその検討結果である。

10.1 鉄管路からの漏水に関する既存の調査資料

アンガット発電所鉄管路から漏水があるだろうことは、鉄管路沿い発電所近くに設けられた 'Sinking shaft' と呼ばれている立坑から多量に湧出している水の量が貯水池水位と敏感に連動して増減していることから、すでに以前より推定されていた。

このような漏水によって、鉄管を取り巻く地山中の地下水位が常に高く保たれ、このため、鉄管路抜水時にはかなりの外水圧が鉄管のまわりに残り、その水圧による鉄管のバックリングが懸念される。

一方、鉄管路からの漏水により地山の地下水位が常に高く保たれていることから、地山中の細粒子が押流され、地山の透水性を増加させ、その結果新たな鉄管漏水を誘発し、遂には地山に致命的な影響を与える可能性も存在する。また、鉄管路における漏水そのものは直接アンガットダムの発生電力量の減少につながり、経済的な損失を招くものであるからその検討を慎重に行わなければならない。

また、もし鉄管路からの漏水が鉄管に発生したクラック等好ましくない欠陥から派生しているものとする、クラック先端における鋼材の応力集中と長期にわたる繰返し荷重による

疲労のため鉄管のクラックが進展し、将来さらに漏水が増加するとともに、場合によっては破断された鉄管の破片が下流水車の方に流され、水車あるいは、ランナーに重大な損傷を与えることも考えられる。

従来 NAPOCOR によって行われてきた漏水に関する検討は、主として抜水時における外水圧による鉄管の圧潰をいかに避けるかということにのみ向けられてきているようである。そのための検討として NAPOCOR はピエゾメーターを鉄管路に沿って埋設しているのが、これらの諸データを用いて、不十分なが鉄管からの漏水現象についてある程度の検討が可能であった。

以下に、これらの過去の資料をもととして、可能な限りの解析的手法により検討を加えているが、実際には抜水して鉄管の中から直接的に診断を下すのが最善である。しかし、今回は鉄管の中に立入ることは諸般の事情により不可能であったので、

- (I) 漏水ヶ所の状況はどのようになっているのか
(例えば溶接部でクラックがはいっているのか、または単にグラウト注入孔の充填が不完全なのか等)
- (II) もし漏水ヶ所を修復するとして、どのような範囲を、どのような規模で修復するのが妥当であるか

等、その具体的な修復方法についての検討はできない。

従って、以下に論ずる検討は、

- (I) どのような所から漏水していると考えられるか
- (II) 漏水しているとしたらどの程度の量か
- (III) 漏水量の変化はあるか

等について検討を加えた。

このような検討のために、NAPOCOR が以前に行ったピエゾメーターの測定結果を使用した。

コンクリート管路に接続する鉄管路の鉄管が水路の抜水時に外水圧によって圧潰しないかとの懸念があったため、NAPOCOR によって鉄管路分岐部付近に "Sinking shaft" が建設され、この付近の地下水位を低下させることによって鉄管に加わる外水圧を抑制しようとの試みがなされた。

この "Sinking shaft" の設置は、地下水位低下に極めて有効に役立つことは明らかであり、良策であった。さらに、効果を高めるため DDH-1 から DDH-5 までのボーリング孔を設け (図-10.1参照)、これを用いて地下水位の分布、並びにその変化を調べるとともに、これらの孔からポンプ排水を行って、地下水位を強制的に低下させて抜水時の鉄管の挫屈防止を図っている。

このような設備による地下水位低下の効果を確認するため、1979年 7月に 9本のピエゾメーターが鉄管路付近に設置された。

その後1982年 7月、鉄管路の抜水作業が行われ、鉄管周辺地山内の被圧水頭 (Piezometric head) が観測されている。鉄管路漏水の検討に使用しうる既存のデータは上記二つの観測資料すなわち、1979年 7月の被圧水頭および1982年 7月の鉄管抜水時における被圧水頭のみである。

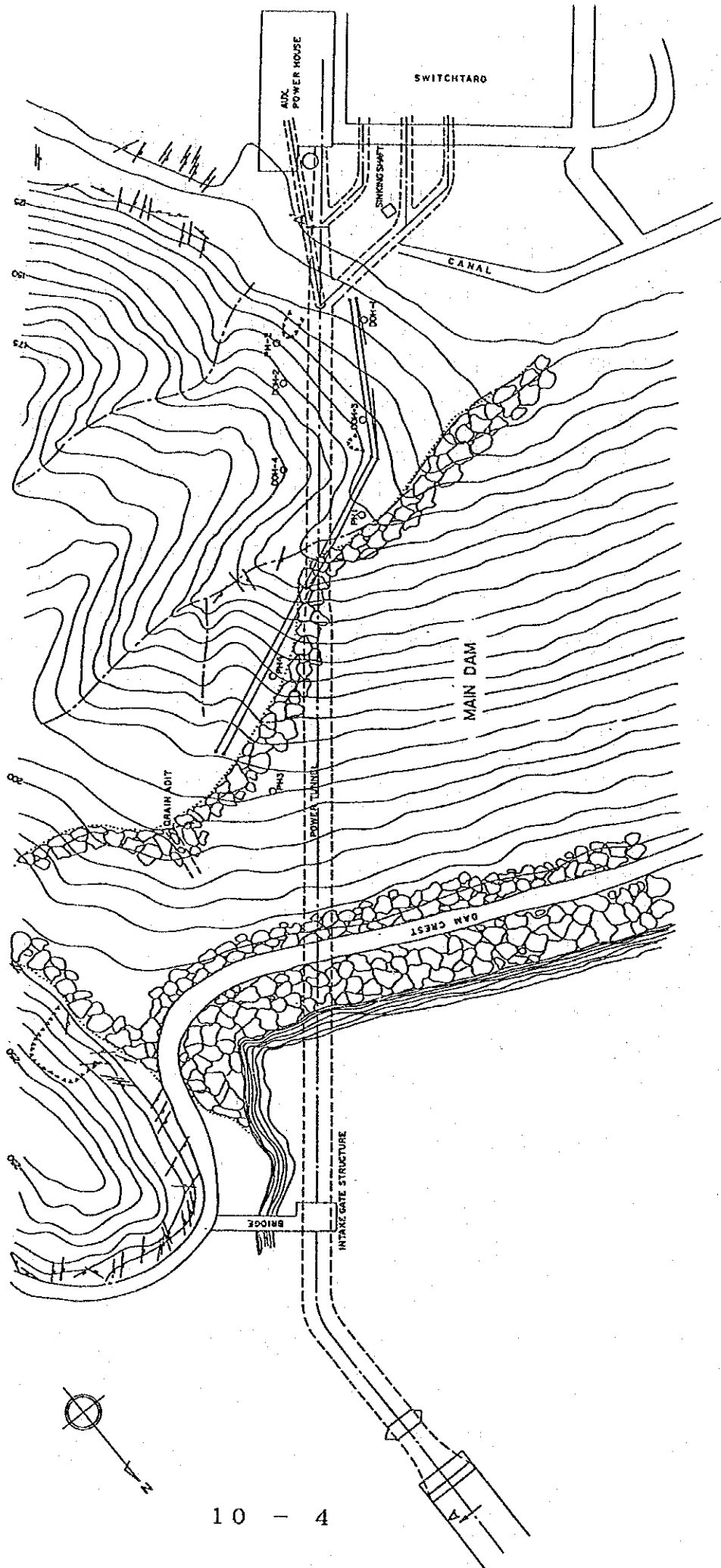
10.2 1979年 7月ピエゾメーター設置時点における観測資料について

1979年 7月23日に PH-2 孔の位置にピエゾメーターの設置を開始し、同月24日に据付が完了している。ピエゾメーターはこの孔に3個、据付標高はそれぞれ EL. 81.5, EL. 70.0, EL. 58.5mである。

続いて1979年 8月 2日より 4日にかけて、PH-1 孔の位置で EL. 80.0, EL. 70.0, EL. 57.0m、それぞれの標高に3個のピエゾメーターが設置されている。また、8月23, 24日の二日間で PH-3 孔の位置で EL. 108.0, EL. 86.5, EL. 67.5 の標高に3個のピエゾメーターが据付けられた。図-10.1 は PH-1, PH-2, PH-3 および DDH-1 から DDH-5 までのボーリング孔の平面位置を示し、図-10.2 は、ピエゾメーターの縦断位置を示したものである。

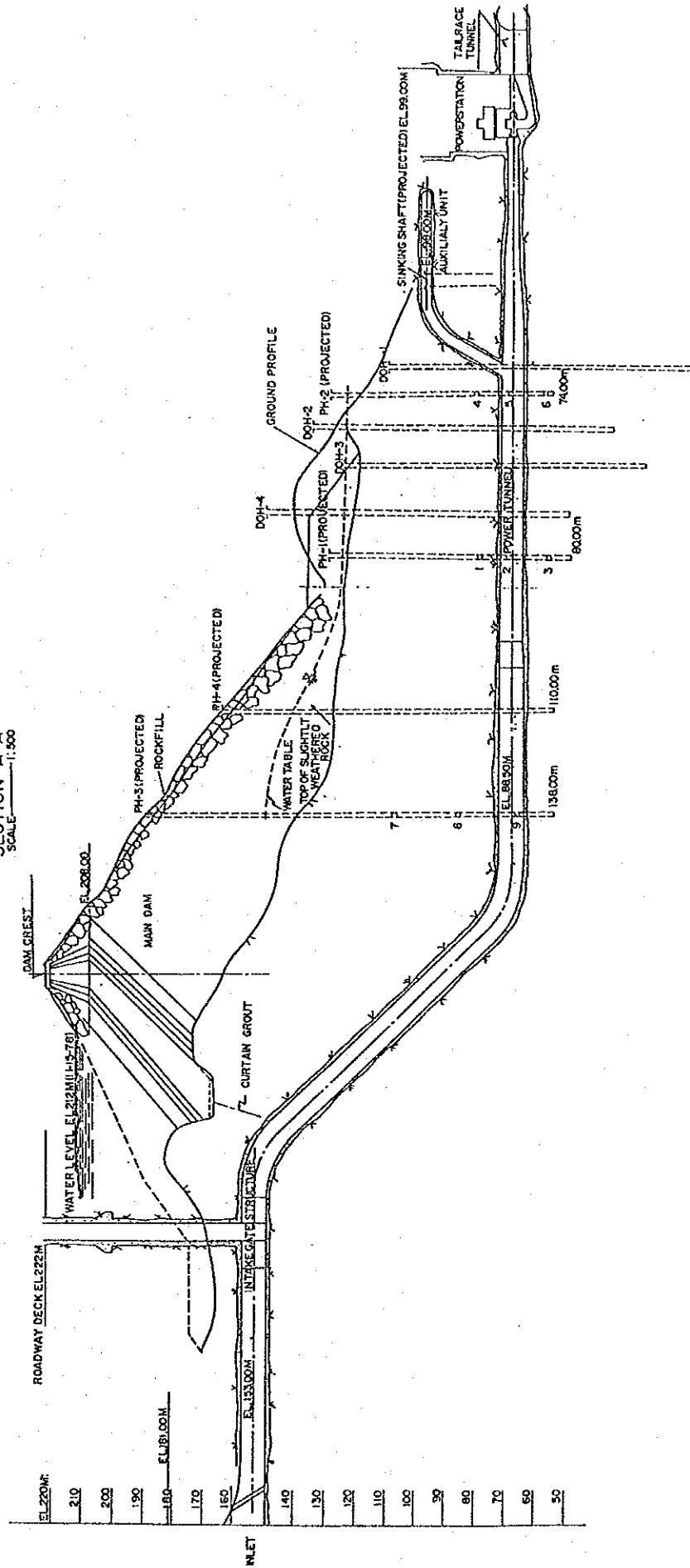
1979年 9月 4日、これら新設したピエゾメーターを用いて各点の被圧水頭が測定された。

Fig - 10.1 Route of Power Tunnel
S = 1/500.



10.2 Profile of Power Tunnel

SECTION A-A'
SCALE 1:500



その結果を表-10.1に示す。また、各ピエゾメーターの位置と DDH 孔との平面距離は表-10.2 に示したとおりである。

表-10.1 被圧水頭 (1979年9月時点)

| | | 地表面 EL. 標高 | 設置 EL. 標高 | 計測 (m) 水頭 | Piezometric EL. 水位 |
|------|---|---------------|--------------|--------------|-----------------------|
| PH-1 | 1 | 131 | 80 | 46.2 | 126.2 |
| | 2 | 131 | 70 | 58.6 | 128.6 |
| | 3 | 131 | 57 | 74.7 | 131.7 |
| PH-2 | 4 | 130 | 81.5 | 39.8 | 121.3 |
| | 5 | 130 | 70 | 48.5 | 118.5 |
| | 6 | 130 | 58.5 | 78.6 | 137.1 |
| PH-3 | 7 | 189 | 108.0 | 41.8 | 149.8 |
| | 8 | 189 | 86.5 | 54.5 | 141.0 |
| | 9 | 189 | 67.5 | 69.6 | 137.1 |

表-10.2 被圧水頭を測定した PH-1, 2, 3 と
各 DDH (Drilling hole 位置) からの距離

| | DDH-1 | DDH-2 | DDH-3 | DDH-4 | Sinking shaft |
|------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| PH-1 | 62 m | 48.5m | 30 m | 28 m | 97 m |
| PH-2 | 28 | 14 | 37 | 41 | 54 |
| PH-3 | 152 | 130 | 121 | 102 | 187 |

10.3 1982年7月、水圧管路排水時に行われた観測資料について

1982年7月4日から鉄管路内の水の排水テストが行われた。この時に計測された DDH-1～DDH-5（各孔には排水用のポンプが設置されていた）の地下水位および PH-1～PH-3の被圧水頭の時間的経過を表-10.3、表-10.4に示す。

各ピエゾメーターでの被圧水頭の経時変化は図-10.3に示したとおりである。

この時行われた排水テストのプロセスは次のとおりであった。

- 1) 通水運転状況下で DDH-1～DDH-5の内の地下水位の計測
- 2) DDH-1～DDH-5より小型ポンプにより排水
(5～10ガロン/分程度)
- 3) Sinking shaft から排水
(4時間で排水, 2,000ガロン/分程度)
水位が EL. 72 まで低下
- 4) 取水ゲートを閉塞する
- 5) この状況下で Sinking shaft のポンプを停止したが、水位は回復しなかった。
- 6) 次に取水ゲートを開放し鉄管内に充水したところ、1時間以内に水位が元に回復した。

この時のダム水位は HWL であった。Sinking shaft の大きさは 2.5 x 2.5m 角であり、上から 6～8m はコンクリートで巻立てられているが、それより下は素掘りである。

表-10.3 ボーリング孔内水位

(1982年 7月鉄管抜水テスト時)

| 観測孔 | 地表 標高 | 抜水前 水位 | 抜水中の 水位変化 | 水位低下量 (m) | ボーリング孔の 深さ |
|-----------------|-------------|-----------|--------------|--------------|---------------|
| DDH-1 | 110.30 | 103.60 | 74.3~62.3 | 29.3~41.3 | 70 m |
| DDH-2 | 116.30 | 110.30 | 77.3~65.3 | 33.0~45.0 | 90 |
| DDH-3 | 113.80 | 110.80 | 74.8~62.8 | 36.0~48.0 | 100 |
| DDH-4 | 127.30 | 117.30 | 91.3~79.3 | 25.5~38.0 | 90 |
| DDH-5 | 110.30 | 106.60 | 74.3~62.3 | 32.3~44.3 | 70 |
| Sinking well | 越流頂 98.0 | 98.0 | 72.0 | 26 | 69 m |

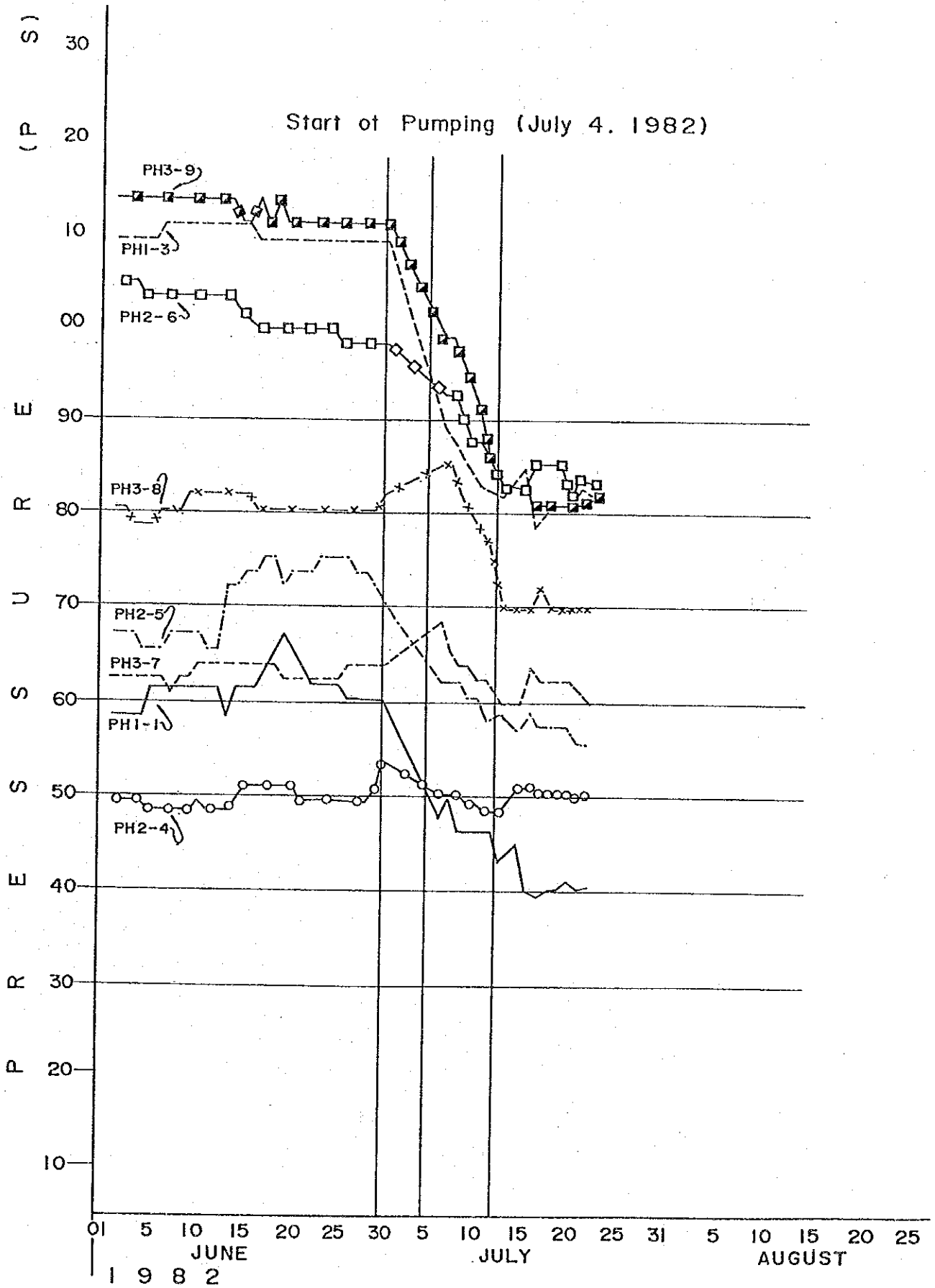
表-10.4 ピエゾメーター孔 (PH-1 ~ PH-3)

での被圧水頭の変化

(1982年 7月鉄管抜水テスト時)

| | | 1/6 | | 1/7 | | 5/7 | | 12/7 | | 水頭最小値 | |
|------|---|-------|-------|--------------|-------|---------------|-------|-------------|-------|-------|-------|
| | | 初期 | | ポンプ揚水 開始時 | | 取水口ゲート 閉塞時 | | 水位低下 最大値 | | 水頭 | 水位 |
| | | 水頭 | 水位 | 水頭 | 水位 | 水頭 | 水位 | 水頭 | 水位 | | |
| PH-1 | 1 | 57.5 | 137.5 | 60.0 | 140 | 51.0 | 131.0 | 43 | 123 | 39.5 | 119.5 |
| | 2 | | | | | | | | | | |
| | 3 | 109.0 | 166 | 109 | 166 | 94.5 | 151.5 | 82 | 139 | 79 | 136 |
| PH-2 | 4 | 49 | 130.5 | 53 | 134.5 | 51 | 132.5 | 48.5 | 130 | 48.5 | 130 |
| | 5 | 67 | 137 | 71 | 141 | 64.5 | 134.5 | 59.0 | 129 | 46.0 | 116 |
| | 6 | 105 | 163.5 | 98 | 156.5 | 95 | 153.5 | 83 | 141.5 | 82 | 140.5 |
| PH-3 | 7 | 62 | 170 | 64 | 172 | 67.5 | 175.5 | 60 | 168 | 60 | 168 |
| | 8 | 81 | 167.5 | 82 | 168.5 | 85 | 171.5 | 70 | 156.5 | 70 | 156.5 |
| | 9 | 114 | 181.5 | 111 | 178.5 | 102 | 169.5 | 83 | 150.5 | 79 | 146.5 |

10.3 Changes in Piezometric Heads with Time



10.4 貯水池水位

地山中の被圧水頭は、もし鉄管路から漏水がある場合には、貯水池水位に大きく支配される。

表-10.5 は1979年 9月、新設したピエゾメーターによる被圧水頭測定開始前後の貯水池水位と、1982年 7月、鉄管路抜水時前後の貯水池水位を記したものである。

表-10.5 アンガットダム 貯水池水位

| 年月日 | 貯水池水位 EL. (m) | 年月日 | 貯水池水位 EL. (m) |
|------------|------------------|-----------|------------------|
| 1979 8. 19 | 194.57 | 1982 7. 1 | 178.80 |
| 20 | 194.32 | 2 | 178.91 |
| 21 | 193.86 | 3 | 179.77 |
| 22 | 193.49 | 4 | 180.43 |
| 23 | 193.19 | 5 | 180.77 |
| 24 | 192.69 | 6 | 181.14 |
| 25 | 192.41 | 7 | 181.44 |
| 26 | 192.18 | 8 | 181.68 |
| 27 | 191.71 | 9 | 181.92 |
| 28 | 191.34 | 10 | 182.10 |
| 29 | 190.93 | 11 | 182.26 |
| 30 | 190.71 | 12 | 182.35 |
| 31 | 190.40 | 13 | 182.40 |
| 9. 1 | 190.40 | 14 | 182.47 |
| 2 | 190.69 | 15 | 189.60 |
| 3 | 190.84 | 16 | 191.35 |
| 4 | 191.01 | 17 | 192.02 |
| 5 | 191.08 | 18 | 192.26 |
| 6 | 191.11 | 19 | 192.59 |
| 7 | 191.12 | 20 | 192.91 |

1979年 9月のピエゾメーター測定日は 9月 4日前後であり、その時の貯水池水位は EL. 190 ~ 191 の範囲にあった。また、1982年 7月、鉄管路抜水テストのときは、抜水直前の 7月 1日では貯水池水位は EL. 178.8mであったが、抜水の終りでは EL. 193 程度にまで貯水池水位が回復している。

鉄管からの漏水を論ずる時には、抜水時の被圧水頭よりもむしろ抜水直前すなわち、なお鉄管内に水圧がかかっている状態の時の値が重要な意味を持つ。

この観点からみると、もし鉄管の条件（すなわち、漏水を起こさせるような鉄管の欠損等）が1979年 9月と1982年 7月とが同じであるとすると、1982年の時の方が水位がほぼ 11m 低いだけに、漏水量が少なくなければならないことになる。

10.5 1979年 9月と1982年 7月の被圧水頭の関連について

表-10.6 は各ピエゾメーターの1979年 9月および1982年 7月に計測された被圧水頭を表わしたものである。

表-10.6 被 圧 水 頭

| | 地 表 標 高 EL. | 計器※ 番号 | 被 圧 水 頭 EL. | | 水 位 差 |
|------|----------------|-----------|-------------|----------|--------|
| | | | 1982年 7月 | 1979年 9月 | |
| PH-1 | 131 | 1 | 137.5 m | 126.2 m | 11.3 m |
| | | 2 | — | 128.6 | — |
| | | 3 | 166 | 131.7 | 34.3 |
| PH-2 | 130 | 4 | 130.5 | 121.3 | 9.2 |
| | | 5 | 137 | 118.5 | 18.5 |
| | | 6 | 163.5 | 137.1 | 26.4 |
| PH-3 | 189 | 7 | 170 | 149.8 | 20.2 |
| | | 8 | 167.5 | 141.0 | 26.5 |
| | | 9 | 181.5 | 137.1 | 44.4 |

※ 計器設置標高は表-10.1参照

この両者を比較して、次のことが認められる。

- (I) 1979年 9月時点にあっては、どの点の被圧水頭も地表面よりやや高いか、あるいはそれ以下であるが、1982年 7月時点にあっては PH-3 を除きすべての被圧水頭は地表標高よりも高い。
- (II) PH-1, PH-2, PH-3 とともに、被圧水頭は据付時の1979年 9月での値よりも、後の1982年 7月での値の方が高い。
- (III) 1979年 9月では PH-1, PH-2 とともに、被圧水頭は鉄管に近い程やや高い傾向があるが、PH-3 では鉄管からの距離にはあまり関係がないようである。1982年 7月では明らかに PH-1, PH-2, PH-3 とともに鉄管に近い所に設置されているピエゾメーターの示す値が高くなっている。

以上のことから推定して、次のことが判断される。

- (I) 1979年 9月と1982年 7月のときの貯水池水位はそれぞれ EL. 193, EL. 178.8 であり、1982年 7月の時の方が低い状態であったことを勘案してピエゾメーターがすべての点で1982年 7月の時の方が1979年 9月時点よりも高い値を示していることから、この期間の内に鉄管からの漏水の変化があったものと思われる。

10.6 1982年 7月の鉄管路抜水のためのポンプ排水中における被圧水頭の変化について

ボーリング孔および Sinking shaft からポンプによる排水期間中における被圧水頭の変化は表-10.4 に示したとおりである。この表から次のことが類推できる。

- (I) ポンプアップによる被圧水頭の変化（すなわち、ポンプアップ開始直前の被圧水頭とポンプアップ中に発生した最低の被圧水頭との関係）は表-10.7 のとおりである。

表-10.7 鉄管抜水時の被圧水頭の変化

| | | 7月1日 ポンプ排水直前 | 7月12日 最低水位 | 水位差 m |
|------|---|-----------------|---------------|-------|
| PH-1 | 1 | 140 | 123 | 17.0 |
| | 2 | — | — | — |
| | 3 | 166 | 139 | 27.0 |
| PH-2 | 4 | 134.5 | 130 | 4.5 |
| | 5 | 141 | 129 | 12.0 |
| | 6 | 156.5 | 141.5 | 15.0 |
| PH-3 | 7 | 172 | 168 | 4.0 |
| | 8 | 168.5 | 156.5 | 12.0 |
| | 9 | 178.5 | 150.5 | 28.0 |

被圧水頭の著しい落ち方を示す点は PH-1-3 と PH-3-9 すなわち、PH-1、PH-3 の一番深い所に設置された計器、次に落ち方の大きい所は PH-1-1、PH-2-5、PH-3-8、すなわち、PH-1 の上段および PH-2、PH-3 の中段であって、PH-2、PH-3 の上段はほとんど変化はない。最終的に落ちついた 7月12日の各 PH 孔 (PH-1、-2、-3) での上部と下部の被圧水頭の差および1982年 6月 (ポンプアップ前) での各 PH 孔での上部と下部の被圧水頭の差は次のとおりである。

表-10.8 上側の計器と下側の計器の示す
被圧水頭の差

| | 6月 ポンプアップ前 | 7月12日 ポンプアップ後 |
|---------------|---------------|------------------|
| PH-1 (3-1) | 28.5 m | 16.0 m |
| PH-2 (6-4) | 33.0 | 11.5 |
| PH-3 (9-7) | 11.5 | -17.5 |

この表から判るように、鉄管路を空にした状態すなわち、1982年 7月12日では PH-1, PH-2, PH-3 とも、下部と上部との被圧水頭差は小さくなっており、下から上への動水勾配が小さくなっていることを示している。

このことは、漏水による地下水流特に下から上への動きが小さくなっているのが判る。また、下段に設置されたピエゾメーターの示す被圧水頭の抜水時の落ち方が大きいことから、鉄管路が満水状態にあつては鉄管からの漏水がかなりの量になるものと考えられる。

10.7 1979年と1982年に行われた被圧水頭の測定結果に関する考察

すでに前に述べたように、1979年と1982年に行われた被圧水頭の測定結果は互いにやや様相を異にしている。

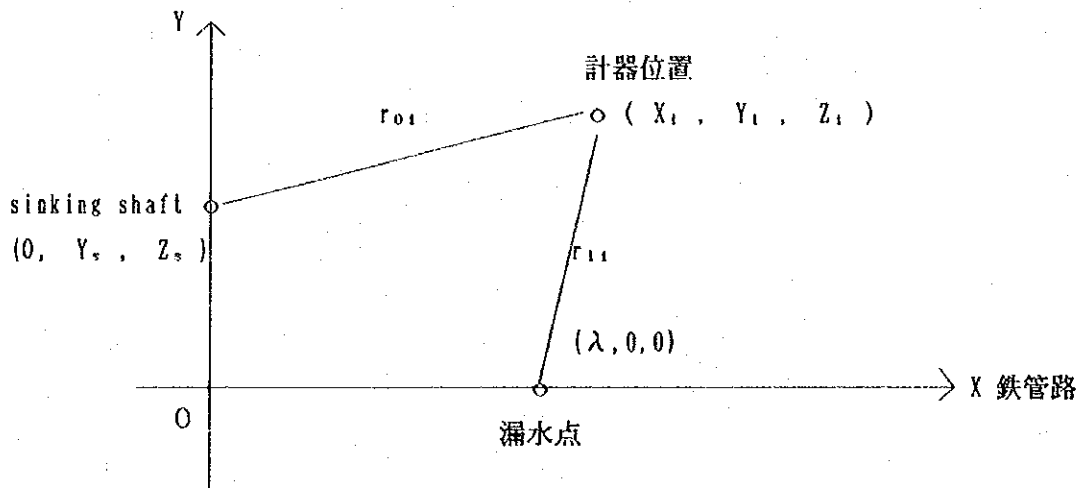
すなわち、1982年の測定時における貯水池水位は1979年の測定時における貯水池水位より低いにもかかわらず、1982年の PH-1, PH-2, PH-3 における被圧水頭が1979年の時よりも高くなっていることは、1979年から1982年までの間に鉄管からの漏水に変化を生じたことを暗示するものである。

この測定値だけを根拠にして鉄管からの漏水量の変化を定量的に把握することは極めて難しいが、以下にこの漏水量を単純化した理論式により推定する。

10.7.1 漏水地点・漏水量の推定に関する単純化された理論の展開

図-10.4のように鉄管路を x 軸にとり（漏水は鉄管路から発生していると推定されるから、漏水点は必ず x 軸上にあることになる） y 軸を sinking shaft を通る線に選び、また、 z 軸を上向きにとった直角座標系を考えれば、被圧水頭計測点は (X_i, Y_i, Z_i) で表すことができる。ここで i は計器数に等しく、 $i = 1, 2, 3 \dots \dots 9$ である。

図-10.4



いま漏水点を1ヶ所と仮定し、その位置を $(\lambda, 0, 0)$ とする。ここで、 λ は未知であり、計算によって決定しなければならない値である。このように考えた座標系において、sinking shaft、漏水点、ピエゾメーターの位置は、それぞれ次のように表すことができる。

- sinking shaft $(0 , Y_s , Z_s)$
- 漏 水 点 $(\lambda , 0 , 0)$
- 計 測 位 置 (X_i , Y_i , Z_i)

漏水は仮定された漏水点から地山中に球状に広がって行くものと仮定する。

漏水点を原点にとり、ダルシーの法則を適用し、地山の透水係数を k とおくと、

$$v = -k \cdot \frac{\partial h}{\partial r}, \quad q = 4\pi r^2 \cdot v \dots\dots\dots (1-1)$$

が成立つ。

いま、 $r \leq r_{10}$ の範囲内では水圧が一樣で h_0 であり、漏水は $r = r_{10}$ から外に向かって滲出して行くものとする。但し、ここでは r_{10} は仮定された漏水半径であって、未知量である。

上の二式から $r = r_{10}$ で $h = h_0$, $r \rightarrow \infty$ で、 $h = h_\infty$ とおくと任意の位置 $r = r_{11}$ (漏水点中心より任意の被圧水頭測定点までの距離を r_{11} とおく) での被圧水頭増分は $r \rightarrow \infty$ での水位 h_∞ を基準値として

$$\Delta h_1 = (h_0 - h_\infty) \frac{r_{10}}{r_{11}} \dots\dots\dots (1-2)$$

となる。この値は漏水による影響であるが、実際の被圧水頭は、この漏水によるもの以外に Sinking shaft によってもたらされる影響をも考慮しなければならない。従って、任意の位置 r_{11} における水位は仮定された漏水によるものと、Sinking shaft による影響とを加え合せて次のように表すことができる。

$$h_1 = h_\infty + (h_0 - h_\infty) \frac{r_{10}}{r_{11}} + (h_s - h_\infty) \frac{r_{00}}{r_{01}} \dots\dots\dots (1-3)$$

ここで r_{00} は Sinking shaft の半径、 r_{01} は Sinking shaft 中心から任意の計測点までの距離であり、また、 h_1 は任意点での水位、 h_∞ は無限遠点における水位、 h_s は Sinking shaft 内の水位であり、すべて鉄管中心線 EL. 68.5 を原点としたものである。

いま $\frac{r_{10}}{r_{11}} = X_1$ とおくと、

$$h_1 = h_0 \left[X_1 + \frac{h_s}{h_0} \cdot \frac{r_{00}}{r_{01}} \right] - h_\infty \left[X_1 + \frac{r_{00}}{r_{01}} - 1 \right]$$

これから

$$X_1 = \frac{\frac{h_1}{h_0} + \frac{h_\infty}{h_0} \left(\frac{r_{00}}{r_{01}} - 1 \right) - \frac{h_s}{h_0} \cdot \frac{r_{00}}{r_{01}}}{1 - \frac{h_\infty}{h_0}} \dots\dots\dots (1-4)$$

上式において、さらに $\frac{r_{00}}{r_{01}} - 1 = p_1$, $\frac{h_s}{h_0} \cdot \frac{r_{00}}{r_{01}} = p_2$

とおくと、

$$X_i = \frac{\frac{h_i}{h_o} + \frac{h_\infty}{h_o} \cdot p_1 - p_2}{1 - \frac{h_\infty}{h_o}} \dots\dots\dots (1-5)$$

となる。

i の値は 1~9 まで存在するが、そのうち任意の一つを選んでこれを m で表わし、以後の計算の基準値とする。

今、 $X_m = \frac{r_{10}}{r_{1m}}$ で現わすと $X_i = X_m \left(\frac{r_{1m}}{r_{1i}} \right)$

である。幾何学的条件から

$$r_{1m}^2 = (X_m - \lambda)^2 + Y_m^2 + Z_m^2 = \lambda^2 - 2\lambda X_m + M^2$$

$$r_{1i}^2 = (X_i - \lambda)^2 + Y_i^2 + Z_i^2 = \lambda^2 - 2\lambda X_i + I^2$$

但し、 $M^2 = X_m^2 + Y_m^2 + Z_m^2$

$$I^2 = X_i^2 + Y_i^2 + Z_i^2$$

であるから

$$\left(\frac{X_i}{X_m} \right)^2 = \frac{\lambda^2 - 2\lambda X_m + M^2}{\lambda^2 - 2\lambda X_i + I^2} \dots\dots\dots (1-6)$$

ここでさらに

$$\left(\frac{X_i}{X_m} \right)^2 = S_i \text{ とおけば 上の } \lambda \text{ に関する二次方程式をとりて漏水仮定位置 } \lambda \text{ が}$$

求められる。

すなわち、

$$\lambda = \frac{(X_m - S_i \cdot X_i) \pm \sqrt{(X_m - S_i \cdot X_i)^2 - (1 - S_i)(M^2 - S_i \cdot I^2)}}{(1 - S_i)} \dots (1-7)$$

(λ の位置は図-10.4を参照のこと)

流れの連続条件とダルシーの法則とから、

$$q = 4\pi r_2 v, \quad v = -k \frac{\partial h}{\partial r}$$

であるから、境界条件として

$r \rightarrow \infty$ で $h = h_\infty$, $r = r_{10}$ で $h = h_0$ とおいて

$$q = 4\pi k (h_0 - h_\infty) r_{10} \quad \dots\dots\dots (2-1)$$

ここで k は地山の透水係数である。

いま、1979年と1982年の漏水量の比率を μ とおくと、1979年 ~ 1982年の間に地山の透水係数は変化しなかったと仮定して

$$\mu = \frac{q_{(82)}}{q_{(79)}} = \frac{\left[h_0(82) - h_\infty(82) \right] X_m(82) \cdot r_{1m}}{\left[h_0(79) - h_\infty(79) \right] X_m(79) \cdot r_{1m}} \quad \dots\dots\dots (2-2)$$

r_{1m} は漏水点から計測点 m までの距離であって、1979年と1982年の間に漏水点位置が変わっていなければ r_{1m} は変化しないから

$$\mu = \frac{\left[h_0 - h_\infty \right] X_m}{\left[h_0 - h_\infty \right] X_m} \begin{matrix} 82 \\ 79 \end{matrix} \quad \dots\dots\dots (2-3)$$

である。

10.7.3 計算結果

(i) X_1 の計算

X_1 は式(1-4)に示されているが h_0 は鉄管に加わる内圧、 h_1 は各ピエゾメーターの測定値、 r_{00} は sinking shaft を直径とする球体の半径(すなわち、sinking shaft の深さの半分)、 r_{01} は sinking shaft 中心から各ピエゾメーターの設置位置までの距離であるから、既知の値である。

無限遠点の水頭 h_∞ を仮定すれば、これらの諸数値を用いて1979年および1982年の

X_i の値を計算することができる。表-10.9 はこの X_i を示す。

X_i , Y_i , Z_i , l^2 , r_{oi} , P_1 , P_2 等の計算に必要な主値は表-10.10 に示してある。

(II) 漏水位置の計算

(1-7) 式によって λ を決めることが可能であるが、計算に必要な S_i は表-10.11 に示してある。ここで S_i は基準に選ばれた測定位置 (m) の漏水点からの距離と任意の測定位置 (i) の漏水点からの距離の比率を二乗したものであるが、表中 $X_m = 1$, $X_m = 4$, $X_m = 7$ の欄の数字はそれぞれ測定点 1, 4, 7 を基準点に選んだ場合の S_i の値、

すなわち $S_i = \left(\frac{X_i}{X_m}\right)^2$ の値を示したものである。

ここで X_m はそれぞれの基準点の X_i のことである。

上記の S_i を用いて計算された λ の値を表-10.12.1 , 10.12.2 に示す。

$X_m = 1$, $X_m = 4$, $X_m = 7$ は S_i の時と同じく基準点としてそれぞれ 1, 4, 7 を選んだ場合の値であり、それぞれが無限遠点の水位 h_∞ を -30 , 0 , $+30$ の三通りに仮定した場合について計算してある。 λ に関する式は二次方程式であるから当然根は 2 つ算出されるが、そのうち 1 つは意味がない。

表-10.9 X_i の値

| | 1979 | | 1982 | | 1979 | | | 1982 | | |
|---------------|-----------|---------------------|-----------|-----------|--------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
| | h_0 (m) | 鉄管中央から h_1 (m) | h_0 (m) | h_1 (m) | $h_{\infty,1} -30$ | 0 | +30 | $h_{\infty,1} -30$ | 0 | +30 |
| 1 | 121.5 | 57.7 | 111.5 | 69.0 | 0.5882 | 0.5737 | 0.5496 | 0.7096 | 0.7265 | 0.7557 |
| 2 | " | 60.1 | " | - | 0.6041 | 0.5945 | 0.5787 | | | |
| 3 | " | 63.2 | " | 97.5 | 0.6245 | 0.6189 | 0.6097 | 0.9110 | 0.9821 | 1.1054 |
| 4 | " | 52.8 | " | 62.0 | 0.5623 | 0.6022 | 0.6682 | 0.6671 | 0.7387 | 0.8630 |
| 5 | " | 50.0 | " | 68.5 | 0.5446 | 0.5870 | 0.6571 | 0.7138 | 0.8055 | 0.9648 |
| 6 | " | 68.6 | " | 95.0 | 0.6669 | 0.7350 | 0.8478 | 0.9006 | 1.0377 | 1.2758 |
| 7 | " | 81.3 | " | 101.5 | 0.7393 | 0.6144 | 0.6852 | 0.9344 | 0.9646 | 1.0171 |
| 8 | " | 72.5 | " | 99.0 | 0.6814 | 0.6476 | 0.5918 | 0.9168 | 0.9434 | 0.9895 |
| 9 | " | 68.6 | " | 113.0 | 0.6557 | 0.6158 | 0.5499 | 1.0158 | 1.0693 | 1.1621 |
| Sinking shaft | " | -34.0 | " | -34.0 | | | | | | |

表-10.10 主要数値表

| | X _i | Y _i | Z _i | ピエゾメーターの水位 | | I ² | r _{oi} | P _i | 1979 | | 1982 | |
|---------------|----------------|----------------|----------------|------------|-------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | | 1979年7月 | 1982 | | | | P ₂ | P ₂ | P ₂ | P ₂ |
| PH-1 | 1 | 96 | 13 | 11.5 | 126.2 | 137.5 | 9517.25 | 97.74 | -0.647 | -0.0988 | -0.1076 | -0.1076 |
| | 2 | 96 | 13 | 1.5 | 128.6 | -- | 9387.25 | 96.55 | -0.643 | -0.0999 | -0.1089 | -0.1089 |
| | 3 | 96 | 13 | -11.5 | 131.7 | 166.0 | 9517.25 | 97.74 | -0.647 | -0.0988 | -0.1076 | -0.1076 |
| PH-2 | 4 | 42 | -14 | 13 | 121.3 | 130.5 | 2129.00 | 57.56 | -0.401 | -0.1676 | -0.1827 | -0.1827 |
| | 5 | 42 | -14 | 1.5 | 118.5 | 137 | 1962.25 | 55.06 | -0.373 | -0.1755 | -0.1912 | -0.1912 |
| | 6 | 42 | -14 | -10.0 | 137.1 | 163.5 | 2060.00 | 56.69 | -0.391 | -0.1704 | -0.1857 | -0.1857 |
| PH-3 | 7 | 185 | -14 | 39.5 | 149.8 | 170 | 35981.25 | 193.47 | -0.822 | -0.0498 | -0.0543 | -0.0543 |
| | 8 | 185 | -14 | 18 | 141.0 | 167.5 | 34745.00 | 189.68 | -0.818 | -0.0509 | -0.0555 | -0.0555 |
| | 9 | 185 | -14 | -1.0 | 137.1 | 181.5 | 34422.00 | 188.32 | -0.817 | -0.0512 | -0.0558 | -0.0558 |
| Sinking shaft | | 0 | | -5.0 | 34.5* | 34.5 | | | | | | |

Sinking shaft

*水面 EL. 98.0 - shaft center EL. 63.5 r_{oo} = 1/2 (EL. 98 - EL. 29) = 34.5

sinking shaft bottom EL. 27.00 Z_i = 63.5 - 68.5 = -5.0m

overflow 天端 EL. 98.00 penstock center line EL. 68.5

表-10.11.1 $S_1 = (X_1 / X_m)^2$ の表 1979年

| S_1 | $h_{\infty} = -30$ | | | $h_{\infty} = 0$ | | | $h_{\infty} = +30$ | | |
|-------|--------------------|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|
| | $X_m = 1$ ※ | $X_m = 4$ | $X_m = 7$ | $X_m = 1$ | $X_m = 4$ | $X_m = 7$ | $X_m = 1$ | $X_m = 4$ | $X_m = 7$ |
| 1 | 1 | 1.0942 | 0.6330 | 1 | 0.9076 | 0.8719 | 1 | 0.6765 | 0.6434 |
| 2 | 1.0548 | 1.1542 | 0.6677 | 1.0738 | 0.9746 | 0.9363 | 1.1087 | 0.7501 | 0.7133 |
| 3 | 1.1272 | 1.2335 | 0.7135 | 1.1638 | 1.0562 | 1.0147 | 1.2295 | 0.8326 | 0.7918 |
| 4 | 0.9139 | 1 | 0.5785 | 1.1018 | 1 | 0.9607 | 1.4782 | 1 | 0.9510 |
| 5 | 0.8572 | 0.9380 | 0.5426 | 1.0469 | 0.9502 | 0.9128 | 1.4295 | 0.9671 | 0.9197 |
| 6 | 1.2855 | 1.4066 | 0.8137 | 1.6414 | 1.4897 | 1.4311 | 2.3795 | 1.6098 | 1.5309 |
| 7 | 1.5798 | 1.7286 | 1 | 1.1469 | 1.0409 | 1 | 1.5543 | 1.0515 | 1 |
| 8 | 1.3420 | 1.4685 | 0.8495 | 1.2742 | 1.1565 | 1.1110 | 1.1595 | 0.7844 | 0.7460 |
| 9 | 1.2427 | 1.3598 | 0.7866 | 1.1522 | 1.0457 | 1.0046 | 1.0011 | 0.6773 | 0.6441 |

※ X_m : 1 は基準を計 1 においた場合
 X_m : 4 は基準を計 4 においた場合
 X_m : 7 は基準を計 7 においた場合
 を表す

表-10.11.2 $S_1 = (X_1 / X_m)^2$ の表 1982年

| S_1 | $h_{\infty} = -30$ | | | $h_{\infty} = 0$ | | | $h_{\infty} = +30$ | | |
|-------|--------------------|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|
| | $X_m = 1$ ※ | $X_m = 4$ | $X_m = 7$ | $X_m = 1$ | $X_m = 4$ | $X_m = 7$ | $X_m = 1$ | $X_m = 4$ | $X_m = 7$ |
| | 1 | 1 | 1.1315 | 0.5767 | 1 | 0.9672 | 0.5673 | 1 | 0.7668 |
| 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 3 | 1.6482 | 1.8649 | 0.9505 | 1.8274 | 1.7676 | 1.0366 | 2.1396 | 1.6407 | 1.1812 |
| 4 | 0.8838 | 1 | 0.5097 | 1.0339 | 1 | 0.5865 | 1.3041 | 1 | 0.7199 |
| 5 | 1.0119 | 1.1449 | 0.5836 | 1.2293 | 1.1890 | 0.6973 | 1.6300 | 1.2498 | 0.8998 |
| 6 | 1.6108 | 1.8226 | 0.9290 | 2.0402 | 1.9734 | 1.1573 | 2.8501 | 2.1855 | 1.5734 |
| 7 | 1.7339 | 1.9619 | 1 | 1.7629 | 1.7051 | 1 | 1.8115 | 1.3890 | 1 |
| 8 | 1.6693 | 1.8887 | 0.9627 | 1.6862 | 1.6310 | 0.9565 | 1.7145 | 1.3146 | 0.9465 |
| 9 | 2.0492 | 2.3186 | 1.1818 | 2.1663 | 2.0954 | 1.2289 | 2.3648 | 1.8133 | 1.3054 |

表-10.12.1 入の計算値(1979年の場合)

| 計器 | h _∞ = -30 | | | h _∞ = 0 | | | h _∞ = +30 | | |
|----|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| | X _m = 1 | X _m = 4 | X _m = 7 | X _m = 1 | X _m = 4 | X _m = 7 | X _m = 1 | X _m = 4 | X _m = 7 |
| 1 | — | 69.29 1269.20 | 156.95 520.06 | — | 67.45 -1044.36 | 1430.47 151.07 | — | 64.54 -206.36 | 534.51 156.65 |
| 2 | 49.09 142.91 | 68.53 823.86 | 156.57 571.08 | 56.12 135.88 | 66.98 -4126.94 | 2835.82 150.23 | 50.78 141.22 | 64.52 -304.69 | 657.50 155.35 |
| 3 | — | 70.47 584.06 | 154.71 658.59 | — | 68.95 2044.76 | -1206.27 148.42 | — | 66.60 -519.76 | 894.15 152.80 |
| 4 | 69.29 1269.1 | — | 130.43 632.10 | -1044.36 67.45 | — | 7242.12 119.23 | -206.39 64.54 | — | 5801.28 119.45 |
| 5 | 71.36 768.95 | — | 132.31 576.97 | -2288.51 69.54 | — | 3242.91 120.91 | -234.19 66.73 | — | 3524.90 120.74 |
| 6 | 65.80 -247.42 | — | 123.08 1496.08 | -148.71 64.33 | — | -690.41 110.99 | -55.06 60.77 | — | -564.29 109.58 |
| 7 | 156.96 520.05 | 130.42 632.11 | — | 151.07 1430.64 | 119.23 7243.43 | — | 156.65 534.48 | 119.45 5803.94 | — |
| 8 | 145.70 744.77 | 121.50 858.96 | — | 145.00 847.17 | 116.87 2080.61 | 81.96 288.04 | 143.72 1342.27 | 109.33 -1065.86 | — |
| 9 | 142.63 960.79 | 118.69 1046.2 | — | 141.69 1397.83 | 113.76 6514.45 | -397.04 767.04 | 139.93 162048.25 | 105.57 -621.84 | — |

表-10.12.2 入の計算値(1982年の場合)

| 計器 | h _∞ = -30 | | | h _∞ = 0 | | | h _∞ = +30 | | |
|----|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| | X _m = 1 | X _m = 4 | X _m = 7 | X _m = 1 | X _m = 4 | X _m = 7 | X _m = 1 | X _m = 4 | X _m = 7 |
| 1 | - | 69.62 943.67 | 453.75 158.76 | - | 68.08 -3168.76 | 444.29 159.08 | - | 65.79 -336.91 | 429.70 159.62 |
| 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | - | 74.52 242.35 | 3638.40 149.56 | - | 73.99 258.71 | -4819.44 148.06 | - | 73.26 286.30 | -936.18 145.84 |
| 4 | 943.81 69.62 | - | 534.04 133.27 | -3169.92 68.08 | - | 645.54 130.12 | -336.93 65.79 | - | 979.50 125.56 |
| 5 | -9061.47 69.85 | 11.14 72.86 | 640.15 130.69 | -445.09 68.09 | 15.85 68.15 | 902.07 126.76 | -152.99 65.56 | 20.34 63.66 | 2817.08 121.22 |
| 6 | -157.33 64.51 | - | 3991.97 120.20 | -82.07 62.25 | - | -1849.66 115.47 | -33.39 59.02 | - | -523.79 109.01 |
| 7 | 158.76 453.78 | 133.27 534.06 | - | 159.08 444.24 | 130.12 645.50 | - | 159.62 429.73 | 125.56 979.66 | - |
| 8 | 148.65 487.30 | 126.35 565.47 | - | 148.79 480.61 | 123.53 699.22 | - | 149.01 470.11 | 119.35 1159.74 | - |
| 9 | 148.80 390.85 | 128.53 458.37 | 93.46 276.54 | 149.47 373.14 | 126.69 504.40 | 103.67 266.33 | 150.53 349.89 | 124.04 597.61 | 114.94 255.06 |

表-10.12.1 は1979年 9月のデータをもとにして計算されたものである。大別すると二つのグループに別れるようになって、さらに集約すると次の表のとおりとなる。

表-10.13.1 λ の 値 (1979年の場合)

| | $h_{\infty} = -30$ | $h_{\infty} = 0$ | $h_{\infty} = 30$ |
|---------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| X_m として 1を選んだ時 | 50~70 140~160 | 70 120~130 | 50~60 140~150 |
| X_m として 4を選んだ時 | 60~70 140~150 | 70 120 | 65 100~120 |
| X_m として 7を選んだ時 | 120~160 | 100~150 | 100~150 |

表-10.12.2 は1982年 7月のデータをもとにして計算されたものである。これを集約すると次表のとおりとなる。

表-10.13.2 λ の 値 (1982年の場合)

| | $h_{\infty} = -30$ | $h_{\infty} = 0$ | $h_{\infty} = 30$ |
|---------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| X_m として 1を選んだ時 | 65~70 150 | 60~70 150~160 | 60~65 150~160 |
| X_m として 4を選んだ時 | 70~72 130 | 68~75 120~130 | 63~70 120~125 |
| X_m として 7を選んだ時 | 100~160 | 100~160 | 110~160 |

1979年および1982年のデータによる計算結果を比較して、漏水地点に関して次のことが判る。

- ① h_{∞} を -30, 0, 30 と変えても、漏水点の推定位置すなわち、 λ の値に大きな相違はない。
- ② 基準点として1, 4を選んだときは漏水点は 50 ~ 70mおよび 100 ~ 160mの2つの点と推定されるが、基準点として7を選んだときは 100 ~ 160mの地点から漏水していると推定される。

③ 推定漏水位置は1979年と1982年の間で変化はない。このことは1979年と1982年の間に新たな漏水地点が発生していないことを意味する。

④ Sinking shaft 中心および底面から鉄管分岐部までの距離はそれぞれ約40m, 60mである。また、コンクリートと鉄管の接続点（鉄管始点）までの距離は約125mである。

従って、もし鉄管路の2ヶ所から漏水があると仮定すると、その場所は鉄管分岐部附近および鉄管始点附近と推定される。しかし、これは鉄管の中に入って確認していないので、未だ推定の域を脱していない。

⑤ 1979年と1982年の漏水量の変遷について

前に示したように、1979年と1982年の漏水量の比率は(2-3)式で与えられる。

計算結果は次表のとおりである。

表-10.14 1982年と1979年での漏水量の比率 (Q_{82}/Q_{79})

| ピエゾメーター | $h_{\infty} = -30$ | $h_{\infty} = 0$ | $h_{\infty} = 30$ |
|---------|--------------------|------------------|-------------------|
| 1 | 1.127 | 1.163 | 1.225 |
| 2 | — | — | — |
| 3 | 1.362 | 1.457 | 1.615 |
| 4 | 1.108 | 1.126 | 1.151 |
| 5 | 1.224 | 1.260 | 1.308 |
| 6 | 1.261 | 1.296 | 1.341 |
| 7 | 1.180 | 1.441 | 1.323 |
| 8 | 1.257 | 1.337 | 1.490 |
| 9 | 1.447 | 1.594 | 1.883 |

この結果から次のことが判る。

- ① 無限遠点水位の仮定いかんによって比率は変化し、無限遠点水位を高く仮定する程比率は大きくなる。
- ② 1979年と1982年の鉄管からの漏水量の比率は被圧水頭測定点のどの位置にあっても結果は1982年の方が1979年よりも大きくなっており、無限遠点の地下水位を小さく仮定した場合、漏水量の比率は10%から40%の増加、また、無限遠点の地下水位を高く仮定した場合の比率は20%～80%の増加となっている。

10.8 漏水量の推定

前節10.7において極めて単純化した理論を用いて；

- 鉄管から漏水があったとすると、どの付近で漏水していると考えられるか
- 1979年と1982年の間に漏水量にどのような変化が生じたか

について検討を加えてきたが、漏水量の定量的評価が行われていない。

漏水量は(2-1)式に示すごとく

$$q = 4\pi k (h_0 - h_\infty) r_{10}$$

であるから、地山の透水係数を求めなければ漏水量の概略を評価することはできない。

以下に地山の透水係数の算出方法を検討する。

10.8.1 透水係数推定のための理論

鉄管からの漏水量は、漏水点における水圧および周辺地山の透水係数によって影響される。

現段階では、関連するデータが不足しており、地山の透水係数を推定することは非常に困難である。唯一の資料は、1982年7月の Sinking shaft の揚水試験結果である。

図-10.3および表-10.3には1982年7月に行われた Sinking shaft の揚水テスト時における各ピエゾメーターで測定された被圧水頭の時間的变化を示したものである。

今、このテスト結果を単純化して、これら実測結果から地山の透水係数を類推することを考える。

計算の条件は次のとおり

Sinking shaft

換算半径 1.41 m (断面積 6.25m²)

坑底標高 EL. 27.0 m

これより下は不透水層であると仮定する。

Sinking shaft 内水位は $t = 0$ において EL. 98.0 , $t = 4$ hr において EL. 72.0 であり、その間漸次、水位が低下するものとする。また、Sinking shaft からの揚水量は常に一定であったと仮定する。

10.8.2 計測点

被圧水頭の計測点および Sinking shaft からの距離、および $t = 0$ (7月1日) $t = 11$ 日後 (7月12日) における各点の被圧水頭から計算された地下水位 (EL.) はすでに表-10.4 示されているが、再掲すると次表のとおりである。

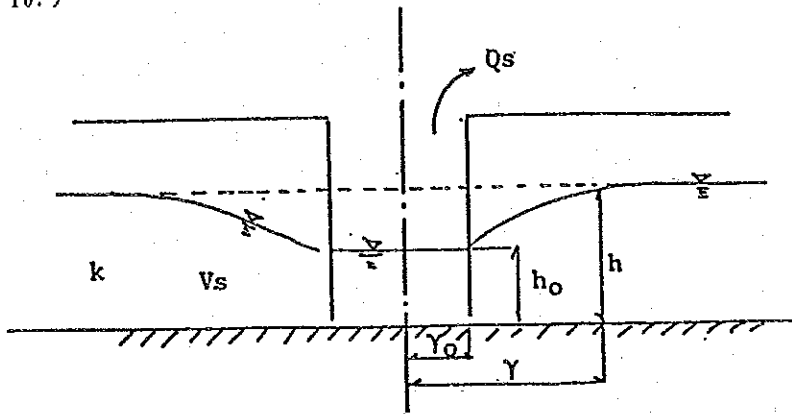
表-10.15 Sinking shaft揚水テスト前後における地下水位

| 測点 | Sinking shaft からの距離 | 揚水前水位 (7月1日) | 揚水11日後水位 (7月12日) | 差 |
|------|---------------------|--------------|------------------|------|
| PH-1 | 1 | 140 m | 123 m | 17 m |
| | 2 | 97 m | — | — |
| | 3 | 166 | 139 | 27 |
| PH-2 | 4 | 134.5 | 130 | 4.5 |
| | 5 | 54 m | 141 | 12.0 |
| | 6 | 156.5 | 141.5 | 15.0 |
| PH-3 | 7 | 172 | 168 | 4.0 |
| | 8 | 187 m | 168.5 | 12.0 |
| | 9 | 178.5 | 150 | 28.0 |

10.8.3 理論式の展開

今、地山中の地下水位を下図に示すように、半無限に広がる自由地下水面であると仮定する。

図-10.5



Sinking shaft の中心を $r = 0$ 、shaft の半径を r_0 とし、 $t = 0$ において定常的にこの Sinking shaft に地下水が集まって来ていると仮定する。

Sinking shaft の上端は越流部となっており、その位置では最高水位は越流部の標高によって定まっている。

(1) 定常状態の解

| | |
|----------------------------|-------|
| 地山の透水計数 | k |
| Sinking shaft よりの流出量 | Q_s |
| Sinking shaft 内水位 | h_0 |
| 地山中の流速 (定常流) | v_s |
| 任意点における水頭 | h |
| Sinking shaft 中心より任意点までの距離 | r |
| Sinking shaft の半径 | r_0 |

とすると、

$$Q_s = -2\pi r \cdot h \cdot v_s$$

$$v_s = -k \frac{dh}{dr}$$

これから

$$Q_s = -2\pi r \cdot h \frac{dh}{dr}$$

上式を解きかつ $r = r_0$ で $h = h_0$ として

$$h^2 - h_0^2 = \frac{Q_s}{\pi k} L_n \frac{r}{r_0} \dots\dots\dots (3-1)$$

となる。

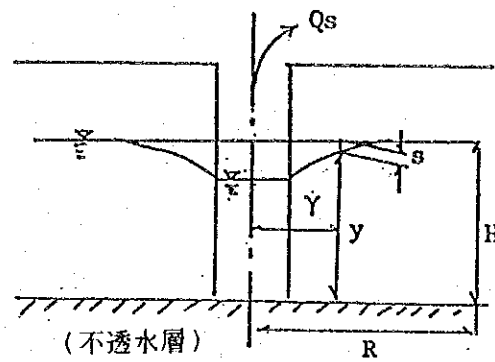
(2) 非定常解

Sinking shaft を井戸と見立てた場合、1982年に行われた抜水テストは井戸の揚水試験に相当する。

計算を簡単にするために、次の仮定のもとに井戸からの揚水時の非定常解を求める。

仮定

- 1) 地山は無限に広がっており、かつ一様な透水係数をもっている。
- 2) $r = R$ で地山の水位は常に H なる値を持つ。
- 3) 水の湧出は井戸のみからとする。
- 4) 揚水テスト時は水圧管路取水ゲートが閉塞されているので、鉄管からの漏水はないものとする。
- 5) 井戸の底 EL. 27 以下の地山は不透水層とする。
- 6) 任意の点の水位低下量 S (下図参照) は $r = R$ の点の水位 H に比べて小さいものとする。
- 7) 計算に用いる地下水位系は次図のとおりである。



任意の点 r において地下水流の運動方程式および連続の方程式は

- y : 任意点 (井戸中心線より距離 r なる点) での地下水位
- k : 地山の透水係数
- r_0 : 井戸の半径
- μ : 地山の空隙率

とにおいて

$$Q_r = 2\pi r \cdot y \cdot k \cdot v = 2\pi r \cdot y \cdot k \frac{\partial y}{\partial r} \quad \dots\dots\dots (4-1)$$

$$\frac{\partial Q_r}{\partial r} \cdot dr = 2\pi r \cdot dr \cdot \frac{\partial y}{\partial t} \cdot \mu \quad \dots\dots\dots (4-2)$$

上式より Q を消去して

$$\frac{\partial^2 y^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial y^2}{\partial r} = \frac{\mu}{ky} \cdot \frac{\partial y^2}{\partial t} \quad \dots\dots\dots (4-3)$$

$y = H - S = H \left(1 - \frac{S}{H}\right)$ を用いて y を S に変換し、かつ

$\frac{S}{H} \ll 1$ とすると 上式は

$$\frac{\partial^2 S}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial S}{\partial r} = \frac{\mu}{kH} \cdot \frac{\partial S}{\partial t} \quad \dots\dots\dots (4-4)$$

となる。

Sinking shaft から一様な流量 Q で揚水したとき $t = t_s$ で定常に達するものとする
最終時点での定常解 S_1 は

$$H^2 - y^2 \approx 2HS_1 = \frac{Q}{\pi k} \cdot L_n \frac{R}{r} \quad \text{から}$$

$$S_1 = \frac{Q}{2\pi kH} L_n \frac{R}{r} \quad \dots\dots\dots (4-5)$$

(4-4) 式の解は Sinking shaft から揚水する前 (shaft 内水位の低下開始前) の状態を基準にして考えるべきであるが、簡単のため $t = 0$ において $S = 0$ であったと仮定する。

(4-4) 式の解として先に求めた定常解と非定常解の和であるとし、非定常解を S_2 とする

$$S = S_1 + S_2 \quad \text{であるとする。}$$

$$\text{こうすれば} \quad t = 0 \quad \text{では} \quad S = S_1 + S_2 = 0$$

$$t = t_s \quad \text{では} \quad S = \frac{Q}{2\pi kH} L_n \frac{R}{r}$$

$r = R$ においては時間に関係なく $S = 0$ である。

従って、非定常解 S_2 に対しては

$$t = 0 \quad \text{において} \quad S_2 = - \frac{Q}{2\pi kH} L_n \frac{R}{r}$$

$$t = t_s \quad \text{において} \quad S_2 = 0$$

$$r = R \quad \text{において} \quad S_2 = 0$$

が (4-4) 式の境界条件となる。

(4-4) 式の S を $S = f(r) T(t)$, ここで $f(r)$ は r のみの関数、 $T(t)$ は t のみの関数として変数分離を行うと、

$$\frac{1}{f} \left(\frac{d^2 f}{dr^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{df}{dr} \right) = \frac{\mu}{kH} \cdot \frac{1}{T} \cdot \frac{dT}{dt} \quad \dots\dots\dots (4-6)$$

であるから、任意の常数を $-(\frac{\alpha}{R})^2$ とおいて

$$\frac{1}{T} \frac{dT}{dt} = -\frac{H}{\mu} \left(\frac{\alpha}{R} \right)^2 k$$

ここで $\tau = \frac{kHt}{\mu R^2}$ とおくと

$$T = e^{-\frac{\alpha^2 \cdot kHt}{\mu R^2}} = e^{-\alpha^2 \tau} \quad \dots\dots\dots (4-7)$$

一方、 $f(r)$ に対しては $\rho = \frac{\alpha r}{k}$ とおいて $f(r)$ を満足すべき式として

$$\frac{d^2 f}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{df}{d\rho} + f = 0 \quad \dots\dots\dots (4-8)$$

となる。

上式は 0 次の Bessel 関数であるから結局 S_2 の解として

$$S_2 = \sum A J_0(\rho) \cdot e^{-\alpha^2 \tau} \quad \dots\dots\dots (4-9)$$

となる。

$r = R$ で $S_2 = 0$ であるから

$$0 = \sum A J_0(\alpha) \cdot e^{-\alpha^2 \tau}$$

よってAが0でないためには $J_0(\alpha) = 0$ なる α を選ぶ必要がある。

そのような α は無数に存在するが、小さいものから順次とると、次のような α が決められる。

| | | | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|
| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| α_n | 2.4048 | 5.5201 | 8.6537 | 11.795 | 14.9309 | |

$t = 0$ で $S_2 = -\frac{Q}{2\pi kH} L_n \frac{r}{R}$ これを $-\psi(r)$ とおくと (4-9) から

$-\psi(r) = \sum A J_0(\rho)$ である。これから

$$A = \frac{2}{J_1(\alpha)^2} \int_0^1 \psi(r) J_0\left(\alpha \frac{r}{R}\right) \cdot \frac{r}{R} d\left(\frac{r}{R}\right)$$

$$= -\frac{Q}{\pi kH \alpha^2 J_1(\alpha)^2}$$

従って S_2 は

$$S_2 = -\frac{Q}{\pi kH} \sum \frac{\alpha J_0\left(\alpha \frac{r}{R}\right)}{\alpha^2 J_1(\alpha)^2} \cdot e^{-\alpha^2 \tau} \dots \dots \dots (4-10)$$

となる。

従って、水位の低下Sは

$$S = S_1 + S_2 = \frac{Q}{2\pi kH} \left[L_n \frac{R}{r} - 2 \sum \frac{\alpha J_0\left(\alpha \frac{r}{R}\right)}{\alpha^2 J_1(\alpha)^2} \cdot e^{-\alpha^2 \tau} \right]$$

で表すことができる。

上式は更に展開して $\frac{r^2}{R^2} \tau = \epsilon$ とおき

$$\frac{S kH}{Q} = \frac{1}{4\pi} \left[L_n \frac{1.52}{\epsilon} + \frac{\epsilon}{4 \cdot 1!} - \frac{\epsilon^2}{4^2 \cdot 2 \cdot 2!} + \frac{\epsilon^4}{4^2 \cdot 3 \cdot 3!} \dots \dots \right]$$

ε が小さいときには

$$\frac{S_k H}{Q} \approx \frac{1}{4\pi} L_n \frac{1.5^2}{\varepsilon} = \frac{1}{2\pi} L_n \left(\frac{1.5 \sqrt{Hkt}}{r} \right) \dots\dots\dots (4-11)$$

の形で表すことが出来る。

10.8.4 計算

式(4-11)に示したように任意点の任意の時刻における水面低下量 S は

$$S = \frac{Q}{2\pi kH} L_n \left(\frac{1.5 \sqrt{Hkt}}{r} \right) \dots\dots\dots (4-12)$$

である。

$t = 0$ における水位は EL. 98 であり、shaft 底の標高は EL. 27.0 であるから $h_0 = 71\text{m}$ となり、EL. 27m を基準とした $t = 0$ における水深 (h) は表-10.16 のとおりである。

表-10.16 $t = 0$ における水深 (h)

| | | 7月1日 | 7月12日 |
|------|---|-------|-------|
| PH-1 | 1 | 113 m | 96 m |
| | 2 | — | — |
| | 3 | 139 | 112 |
| PH-2 | 4 | 107.5 | 103 |
| | 5 | 114 | 102 |
| | 6 | 129.5 | 114.5 |
| PH-3 | 7 | 145 | 141.0 |
| | 8 | 141.5 | 129.5 |
| | 9 | 151.5 | 123.0 |

PH-1 に対しては 1, 2, 3 の平均を、PH-2 に対しては 3, 4, 5 の平均を、PH-3 に対しては 7, 8, 9 の平均を採用することとすると、

| | 7月 1日 | 7月12日 |
|------|-------|-------|
| PH-1 | 126 | 104 |
| PH-2 | 117 | 106.5 |
| PH-3 | 146.0 | 131.2 |

よって

$$\frac{Q_s}{k} = \frac{\pi (h^2 - h_0^2)}{l_n \frac{r}{r_0}}$$

$r_0 = 1.41$ とすると、7月 1日における Q_s/k の値は次のようになる。

表-10.17 Q_s/k の値 (7月 1日)

| | Q_s/k (m ²) |
|-----------------------|---------------------------|
| PH-1 のデータから 逆算したとき | 6912 |
| PH-2 のデータから 逆算したとき | 6262 |
| PH-3 のデータから 逆算したとき | 9587 |
| 平 均 | 7587 |

任意の点 r での水面低下量

表-10.16 に示した各点での水面低下量はほぼ 7月 1日から 7月12日の間に行われているが、Sinking shaft は4時間で EL. 98 から EL. 72 に低下させた。よって各点の最終水位低下量から4時間後の水位低下量を推定すると、それぞれ次のようになる。

| | 全低下量 S | 4 時間後の低下量 |
|------|--------|-----------|
| PH-1 | 22 m | 0.33 m |
| PH-2 | 23 m | 0.35 m |
| PH-3 | 14.7 m | 0.22 m |

無限遠点における H の値は不明であるが、定常解にあつては Sinking shaft の益流天端に等しい値であると仮定すると

$$H = 98 - 27 = 71 \text{ (m)}$$

$$t = 4 \text{ 時間} = 14,400 \text{ 秒}$$

$$Q = Q_s + \frac{6.25 \cdot (98 - 72)}{14,400}$$

$$\frac{Q_s}{k} = 7,587 \text{ であるから}$$

$$Q = 7,587k + 0.011$$

さらに、地山の空隙率 μ を 2% であると仮定し、前に示した (4-12) 式

$$S = \frac{Q}{2\pi kH} \ln \left(\frac{1.5 \sqrt{Hkt}}{r \mu} \right)$$

を用いて k を逆算することが出来る。

以上の方法によって PH-1, PH-2, PH-3 について k を求めると、ほぼ $9 \times 10^{-5} \sim 3 \times 10^{-4} \text{ m/sec}$ となる。

また、 $Q_s/k = 7,587$ の関係より Q_s を求めると、ほぼ $0.7 \text{ m}^3/\text{S} \sim 2.3 \text{ m}^3/\text{S}$ 程度であり、これが鉄管路からの定常的な漏水量と判断される。

資 料 編

Table A2.1 Annual Rainfall Data at the Norzagaray Gauging Station

| | | |
|----|------|---------|
| 1 | 1925 | 3641.90 |
| 2 | 1926 | 3743.80 |
| 3 | 1927 | 4281.89 |
| 4 | 1928 | 2901.00 |
| 5 | 1929 | 4092.10 |
| 6 | 1930 | 4533.89 |
| 7 | 1931 | 3529.90 |
| 8 | 1932 | 3526.40 |
| 9 | 1933 | 3072.20 |
| 10 | 1934 | 4391.70 |
| 11 | 1936 | 2585.90 |
| 12 | 1937 | 4280.30 |
| 13 | 1938 | 2757.70 |
| 14 | 1939 | 3324.90 |
| 15 | 1948 | 3532.60 |
| 16 | 1949 | 2000.00 |
| 17 | 1950 | 3304.90 |
| 18 | 1951 | 2707.30 |
| 19 | 1952 | 3019.60 |
| 20 | 1953 | 3475.20 |
| 21 | 1954 | 2168.70 |
| 22 | 1955 | 2297.30 |
| 23 | 1956 | 2948.20 |
| 24 | 1957 | 3526.20 |
| 25 | 1958 | 2840.60 |
| 26 | 1959 | 2855.80 |
| 27 | 1960 | 3781.20 |
| 28 | 1961 | 3425.70 |
| 29 | 1962 | 3564.79 |
| 30 | 1963 | 2392.87 |
| 31 | 1964 | 2971.96 |
| 32 | 1965 | 2624.80 |
| 33 | 1967 | 3212.00 |
| 34 | 1969 | 2780.90 |
| 35 | 1970 | 3017.00 |
| 36 | 1971 | 3338.90 |
| 37 | 1972 | 4918.39 |
| 38 | 1974 | 4370.00 |
| 39 | 1975 | 2565.40 |
| 40 | 1976 | 3859.02 |
| 41 | 1977 | 1425.70 |
| 42 | 1978 | 3001.80 |
| 43 | 1981 | 2894.00 |
| 44 | 1982 | 744.30 |
| 45 | 1985 | 3234.00 |
| 46 | 1986 | 3433.40 |

SGM= 0.6957

Table A2.2.1 Monthly Rainfall Data at the Norzagaray Gauging Station
(January)

| | | |
|----|------|-------|
| 1 | 1925 | 59.20 |
| 2 | 1926 | 29.10 |
| 3 | 1927 | 25.40 |
| 4 | 1928 | 77.80 |
| 5 | 1929 | 91.30 |
| 6 | 1930 | 71.00 |
| 7 | 1931 | 94.00 |
| 8 | 1932 | 5.40 |
| 9 | 1933 | 85.80 |
| 10 | 1934 | 13.70 |
| 11 | 1936 | 21.00 |
| 12 | 1937 | 18.10 |
| 13 | 1938 | 64.90 |
| 14 | 1939 | 26.20 |
| 15 | 1948 | 22.80 |
| 16 | 1949 | 14.90 |
| 17 | 1950 | 28.40 |
| 18 | 1951 | 11.70 |
| 19 | 1952 | 3.80 |
| 20 | 1953 | 1.30 |
| 21 | 1954 | 7.60 |
| 22 | 1955 | 21.60 |
| 23 | 1956 | 11.90 |
| 24 | 1957 | 85.30 |
| 25 | 1958 | 36.00 |
| 26 | 1959 | 31.00 |
| 27 | 1960 | 25.90 |
| 28 | 1961 | 5.60 |
| 29 | 1962 | 3.30 |
| 30 | 1963 | 0.0 |
| 31 | 1964 | 14.50 |
| 32 | 1965 | 9.20 |
| 33 | 1966 | 0.0 |
| 34 | 1967 | 51.60 |
| 35 | 1968 | 7.60 |
| 36 | 1969 | 18.30 |
| 37 | 1970 | 21.60 |
| 38 | 1971 | 3.90 |
| 39 | 1972 | 51.90 |
| 40 | 1973 | 7.70 |
| 41 | 1974 | 0.0 |
| 42 | 1975 | 35.20 |
| 43 | 1976 | 13.70 |
| 44 | 1977 | 50.40 |
| 45 | 1978 | 0.0 |
| 46 | 1979 | 0.0 |
| 47 | 1980 | 3.30 |
| 48 | 1981 | 2.00 |
| 49 | 1982 | 1.60 |
| 50 | 1983 | 1.40 |
| 51 | 1984 | 20.20 |
| 52 | 1985 | 0.0 |
| 53 | 1986 | 1.90 |
| 54 | 1987 | 14.00 |

SGM= 0.6957

Table A2.2.2 Monthly Rainfall Data at the Norzagaray Gauging Station
(February)

| | | |
|----|------|--------|
| 1 | 1925 | 108.10 |
| 2 | 1926 | 5.60 |
| 3 | 1927 | 4.30 |
| 4 | 1928 | 55.90 |
| 5 | 1929 | 8.90 |
| 6 | 1930 | 0.0 |
| 7 | 1931 | 4.10 |
| 8 | 1932 | 11.70 |
| 9 | 1933 | 3.50 |
| 10 | 1934 | 33.60 |
| 11 | 1936 | 35.60 |
| 12 | 1937 | 15.00 |
| 13 | 1938 | 0.80 |
| 14 | 1939 | 2.80 |
| 15 | 1948 | 23.60 |
| 16 | 1949 | 0.0 |
| 17 | 1950 | 11.20 |
| 18 | 1951 | 48.30 |
| 19 | 1952 | 37.00 |
| 20 | 1953 | 21.30 |
| 21 | 1954 | 14.20 |
| 22 | 1955 | 0.50 |
| 23 | 1956 | 53.30 |
| 24 | 1957 | 1.10 |
| 25 | 1958 | 4.80 |
| 26 | 1959 | 1.30 |
| 27 | 1960 | 81.30 |
| 28 | 1961 | 1.30 |
| 29 | 1962 | 2.79 |
| 30 | 1963 | 7.62 |
| 31 | 1964 | 12.70 |
| 32 | 1965 | 0.0 |
| 33 | 1966 | 17.00 |
| 34 | 1967 | 3.30 |
| 35 | 1968 | 0.0 |
| 36 | 1969 | 0.0 |
| 37 | 1970 | 2.30 |
| 38 | 1971 | 4.10 |
| 39 | 1972 | 4.70 |
| 40 | 1974 | 10.00 |
| 41 | 1975 | 7.40 |
| 42 | 1976 | 4.10 |
| 43 | 1977 | 10.60 |
| 44 | 1978 | 0.0 |
| 45 | 1979 | 0.0 |
| 46 | 1980 | 0.0 |
| 47 | 1981 | 0.80 |
| 48 | 1982 | 11.20 |
| 49 | 1983 | 6.30 |
| 50 | 1984 | 2.50 |
| 51 | 1985 | 10.70 |
| 52 | 1986 | 3.60 |
| 53 | 1987 | 2.60 |

SGM= 0.6957

Table A2.2.3 Monthly Rainfall Data at the Norzagaray Gauging Station
(March)

| | | |
|----|------|--------|
| 1 | 1925 | 100.90 |
| 2 | 1926 | 17.20 |
| 3 | 1927 | 57.80 |
| 4 | 1928 | 22.30 |
| 5 | 1929 | 0.0 |
| 6 | 1930 | 23.90 |
| 7 | 1931 | 42.10 |
| 8 | 1932 | 17.70 |
| 9 | 1933 | 3.30 |
| 10 | 1934 | 0.80 |
| 11 | 1936 | 5.10 |
| 12 | 1937 | 75.20 |
| 13 | 1938 | 84.10 |
| 14 | 1939 | 22.10 |
| 15 | 1948 | 1.80 |
| 16 | 1949 | 10.90 |
| 17 | 1950 | 64.30 |
| 18 | 1951 | 0.0 |
| 19 | 1952 | 0.0 |
| 20 | 1953 | 13.20 |
| 21 | 1954 | 42.90 |
| 22 | 1955 | 0.30 |
| 23 | 1956 | 16.20 |
| 24 | 1957 | 83.60 |
| 25 | 1958 | 125.40 |
| 26 | 1959 | 24.90 |
| 27 | 1960 | 13.90 |
| 28 | 1961 | 102.10 |
| 29 | 1962 | 22.90 |
| 30 | 1963 | 8.89 |
| 31 | 1964 | 17.30 |
| 32 | 1965 | 0.0 |
| 33 | 1966 | 0.0 |
| 34 | 1967 | 0.0 |
| 35 | 1968 | 5.60 |
| 36 | 1969 | 4.10 |
| 37 | 1970 | 23.90 |
| 38 | 1971 | 119.30 |
| 39 | 1972 | 56.20 |
| 40 | 1973 | 0.0 |
| 41 | 1974 | 0.0 |
| 42 | 1975 | 18.80 |
| 43 | 1976 | 26.40 |
| 44 | 1977 | 12.30 |
| 45 | 1978 | 6.60 |
| 46 | 1979 | 0.0 |
| 47 | 1980 | 34.70 |
| 48 | 1981 | 0.0 |
| 49 | 1982 | 2.60 |
| 50 | 1983 | 20.50 |
| 51 | 1985 | 13.40 |
| 52 | 1986 | 0.0 |
| 53 | 1987 | 7.60 |

SGM= 0.6957

Table A2.2.4 Monthly Rainfall Data at the Norzagaray Gauging Station
(April)

| | | |
|----|------|--------|
| 1 | 1925 | 21.10 |
| 2 | 1926 | 148.60 |
| 3 | 1927 | 165.80 |
| 4 | 1928 | 78.00 |
| 5 | 1929 | 135.70 |
| 6 | 1930 | 44.70 |
| 7 | 1931 | 52.10 |
| 8 | 1932 | 5.60 |
| 9 | 1933 | 16.50 |
| 10 | 1934 | 69.60 |
| 11 | 1936 | 45.70 |
| 12 | 1937 | 0.60 |
| 13 | 1938 | 125.20 |
| 14 | 1939 | 50.30 |
| 15 | 1948 | 162.90 |
| 16 | 1949 | 31.50 |
| 17 | 1950 | 20.80 |
| 18 | 1951 | 54.60 |
| 19 | 1952 | 18.30 |
| 20 | 1953 | 100.80 |
| 21 | 1954 | 59.90 |
| 22 | 1955 | 15.20 |
| 23 | 1956 | 102.60 |
| 24 | 1957 | 109.50 |
| 25 | 1958 | 1.80 |
| 26 | 1959 | 15.70 |
| 27 | 1960 | 83.80 |
| 28 | 1961 | 93.70 |
| 29 | 1962 | 38.80 |
| 30 | 1963 | 0.0 |
| 31 | 1964 | 20.40 |
| 32 | 1965 | 91.50 |
| 33 | 1966 | 0.0 |
| 34 | 1967 | 56.20 |
| 35 | 1968 | 72.10 |
| 36 | 1969 | 26.30 |
| 37 | 1970 | 3.10 |
| 38 | 1971 | 2.30 |
| 39 | 1972 | 30.50 |
| 40 | 1973 | 0.0 |
| 41 | 1974 | 137.20 |
| 42 | 1975 | 58.90 |
| 43 | 1976 | 25.50 |
| 44 | 1977 | 0.80 |
| 45 | 1978 | 6.40 |
| 46 | 1979 | 95.00 |
| 47 | 1981 | 11.10 |
| 48 | 1982 | 8.70 |
| 49 | 1983 | 3.50 |
| 50 | 1985 | 157.60 |
| 51 | 1986 | 29.20 |
| 52 | 1987 | 115.40 |

SGM= 0.6957

Table A2.2.5 Monthly Rainfall Data at the Norzagaray Gauging Station
(May)

| | | |
|----|------|---------|
| 1 | 1925 | 158.20 |
| 2 | 1926 | 207.30 |
| 3 | 1927 | 515.30 |
| 4 | 1928 | 294.90 |
| 5 | 1929 | 439.80 |
| 6 | 1930 | 665.90 |
| 7 | 1931 | 245.10 |
| 8 | 1932 | 234.80 |
| 9 | 1933 | 171.90 |
| 10 | 1934 | 626.50 |
| 11 | 1936 | 57.20 |
| 12 | 1937 | 339.40 |
| 13 | 1938 | 219.30 |
| 14 | 1939 | 359.00 |
| 15 | 1948 | 185.60 |
| 16 | 1949 | 21.60 |
| 17 | 1950 | 279.60 |
| 18 | 1951 | 198.10 |
| 19 | 1952 | 141.30 |
| 20 | 1953 | 276.80 |
| 21 | 1954 | 60.40 |
| 22 | 1955 | 139.40 |
| 23 | 1956 | 163.60 |
| 24 | 1957 | 30.70 |
| 25 | 1958 | 45.20 |
| 26 | 1959 | 163.10 |
| 27 | 1960 | 359.70 |
| 28 | 1961 | 128.80 |
| 29 | 1962 | 141.10 |
| 30 | 1963 | 1.26 |
| 31 | 1964 | 165.70 |
| 32 | 1965 | 264.20 |
| 33 | 1966 | 665.00 |
| 34 | 1967 | 246.00 |
| 35 | 1968 | 148.50 |
| 36 | 1969 | 107.00 |
| 37 | 1970 | 102.70 |
| 38 | 1971 | 486.30 |
| 39 | 1972 | 427.60 |
| 40 | 1973 | 121.90 |
| 41 | 1974 | 106.30 |
| 42 | 1975 | 84.20 |
| 43 | 1976 | 1834.30 |
| 44 | 1977 | 151.00 |
| 45 | 1978 | 363.70 |
| 46 | 1979 | 944.20 |
| 47 | 1980 | 115.40 |
| 48 | 1981 | 280.70 |
| 49 | 1982 | 7.40 |
| 50 | 1983 | 76.30 |
| 51 | 1985 | 40.70 |
| 52 | 1986 | 178.70 |
| 53 | 1987 | 86.00 |

SGM= 0.6957

Table A2.2.6 Monthly Rainfall Data at the Norzagaray Gauging Station
(June)

| | | |
|----|------|---------|
| 1 | 1925 | 1030.10 |
| 2 | 1926 | 862.50 |
| 3 | 1927 | 549.40 |
| 4 | 1928 | 546.40 |
| 5 | 1929 | 417.70 |
| 6 | 1930 | 799.80 |
| 7 | 1931 | 426.50 |
| 8 | 1932 | 697.90 |
| 9 | 1933 | 422.90 |
| 10 | 1934 | 249.90 |
| 11 | 1936 | 346.20 |
| 12 | 1937 | 332.90 |
| 13 | 1938 | 347.00 |
| 14 | 1939 | 402.60 |
| 15 | 1948 | 299.20 |
| 16 | 1949 | 483.10 |
| 17 | 1950 | 431.40 |
| 18 | 1951 | 452.20 |
| 19 | 1952 | 600.90 |
| 20 | 1953 | 384.40 |
| 21 | 1954 | 242.30 |
| 22 | 1955 | 235.20 |
| 23 | 1956 | 143.00 |
| 24 | 1957 | 573.50 |
| 25 | 1958 | 489.50 |
| 26 | 1959 | 129.30 |
| 27 | 1960 | 405.60 |
| 28 | 1961 | 782.30 |
| 29 | 1962 | 272.10 |
| 30 | 1963 | 1197.10 |
| 31 | 1964 | 630.20 |
| 32 | 1965 | 435.70 |
| 33 | 1966 | 371.60 |
| 34 | 1967 | 773.00 |
| 35 | 1968 | 221.60 |
| 36 | 1969 | 159.90 |
| 37 | 1970 | 344.80 |
| 38 | 1971 | 562.90 |
| 39 | 1972 | 385.30 |
| 40 | 1973 | 246.70 |
| 41 | 1974 | 521.70 |
| 42 | 1975 | 341.10 |
| 43 | 1976 | 421.70 |
| 44 | 1977 | 164.50 |
| 45 | 1978 | 457.30 |
| 46 | 1979 | 406.70 |
| 47 | 1980 | 133.40 |
| 48 | 1981 | 771.70 |
| 49 | 1982 | 102.20 |
| 50 | 1983 | 43.50 |
| 51 | 1984 | 553.90 |
| 52 | 1985 | 1199.80 |
| 53 | 1986 | 219.70 |
| 54 | 1987 | 436.00 |

SGM= 0.6957

Table A2.2.7 Monthly Rainfall Data at the Norzagaray Gauging Station
(July)

| | | |
|----|------|---------|
| 1 | 1925 | 776.70 |
| 2 | 1926 | 602.50 |
| 3 | 1927 | 892.80 |
| 4 | 1928 | 337.50 |
| 5 | 1929 | 947.90 |
| 6 | 1930 | 1140.50 |
| 7 | 1931 | 328.40 |
| 8 | 1932 | 947.40 |
| 9 | 1933 | 628.60 |
| 10 | 1934 | 791.00 |
| 11 | 1936 | 632.50 |
| 12 | 1937 | 1056.30 |
| 13 | 1938 | 394.70 |
| 14 | 1939 | 525.80 |
| 15 | 1948 | 563.40 |
| 16 | 1949 | 236.20 |
| 17 | 1950 | 731.00 |
| 18 | 1951 | 317.50 |
| 19 | 1952 | 309.40 |
| 20 | 1953 | 385.30 |
| 21 | 1954 | 254.20 |
| 22 | 1955 | 425.70 |
| 23 | 1956 | 408.70 |
| 24 | 1957 | 503.10 |
| 25 | 1958 | 597.40 |
| 26 | 1959 | 362.20 |
| 27 | 1960 | 204.20 |
| 28 | 1961 | 469.20 |
| 29 | 1962 | 1627.90 |
| 30 | 1963 | 303.60 |
| 31 | 1964 | 332.40 |
| 32 | 1965 | 658.20 |
| 33 | 1966 | 464.31 |
| 34 | 1967 | 489.10 |
| 35 | 1969 | 988.60 |
| 36 | 1970 | 484.00 |
| 37 | 1971 | 523.10 |
| 38 | 1972 | 2226.30 |
| 39 | 1973 | 428.10 |
| 40 | 1974 | 438.60 |
| 41 | 1975 | 161.20 |
| 42 | 1976 | 327.52 |
| 43 | 1977 | 338.20 |
| 44 | 1978 | 867.60 |
| 45 | 1979 | 515.30 |
| 46 | 1980 | 337.90 |
| 47 | 1981 | 176.80 |
| 48 | 1982 | 119.80 |
| 49 | 1983 | 126.90 |
| 50 | 1985 | 240.60 |
| 51 | 1986 | 813.30 |
| 52 | 1987 | 215.00 |

SGM= 0.6957

Table A2.2.8 Monthly Rainfall Data at the Norzagaray Gauging Station
(August)

| | | |
|----|------|---------|
| 1 | 1925 | 623.00 |
| 2 | 1926 | 697.80 |
| 3 | 1927 | 1075.80 |
| 4 | 1928 | 277.00 |
| 5 | 1929 | 484.60 |
| 6 | 1930 | 559.20 |
| 7 | 1931 | 1152.60 |
| 8 | 1932 | 285.80 |
| 9 | 1933 | 451.80 |
| 10 | 1934 | 493.60 |
| 11 | 1936 | 585.00 |
| 12 | 1937 | 884.50 |
| 13 | 1938 | 392.70 |
| 14 | 1939 | 669.40 |
| 15 | 1948 | 1127.80 |
| 16 | 1949 | 298.20 |
| 17 | 1950 | 413.80 |
| 18 | 1951 | 684.50 |
| 19 | 1952 | 800.10 |
| 20 | 1953 | 867.80 |
| 21 | 1954 | 538.50 |
| 22 | 1955 | 487.40 |
| 23 | 1956 | 611.40 |
| 24 | 1957 | 1146.30 |
| 25 | 1958 | 390.10 |
| 26 | 1959 | 1109.00 |
| 27 | 1960 | 1272.50 |
| 28 | 1961 | 623.30 |
| 29 | 1962 | 473.40 |
| 30 | 1963 | 290.40 |
| 31 | 1964 | 625.86 |
| 32 | 1965 | 329.40 |
| 33 | 1966 | 476.10 |
| 34 | 1967 | 763.30 |
| 35 | 1968 | 750.70 |
| 36 | 1969 | 596.50 |
| 37 | 1970 | 756.10 |
| 38 | 1971 | 257.50 |
| 39 | 1972 | 990.70 |
| 40 | 1973 | 518.60 |
| 41 | 1974 | 1386.90 |
| 42 | 1975 | 761.80 |
| 43 | 1976 | 187.70 |
| 44 | 1977 | 390.20 |
| 45 | 1978 | 322.10 |
| 46 | 1979 | 311.00 |
| 47 | 1980 | 107.80 |
| 48 | 1981 | 543.30 |
| 49 | 1982 | 136.90 |
| 50 | 1984 | 792.10 |
| 51 | 1985 | 343.50 |
| 52 | 1986 | 752.00 |
| 53 | 1987 | 462.00 |

SGM= 0.6957

Table A2.2.9 Monthly Rainfall Data at the Norzagaray Gauging Station
(September)

| | | |
|----|------|--------|
| 1 | 1925 | 39.30 |
| 2 | 1926 | 382.20 |
| 3 | 1927 | 336.30 |
| 4 | 1928 | 752.70 |
| 5 | 1929 | 820.90 |
| 6 | 1930 | 396.30 |
| 7 | 1931 | 394.00 |
| 8 | 1932 | 452.80 |
| 9 | 1933 | 573.30 |
| 10 | 1934 | 968.20 |
| 11 | 1936 | 375.90 |
| 12 | 1937 | 521.20 |
| 13 | 1938 | 410.30 |
| 14 | 1939 | 407.40 |
| 15 | 1948 | 572.80 |
| 16 | 1949 | 276.10 |
| 17 | 1950 | 615.70 |
| 18 | 1951 | 286.80 |
| 19 | 1952 | 419.80 |
| 20 | 1953 | 462.00 |
| 21 | 1954 | 402.80 |
| 22 | 1955 | 392.90 |
| 23 | 1956 | 788.40 |
| 24 | 1957 | 557.00 |
| 25 | 1958 | 895.30 |
| 26 | 1959 | 412.50 |
| 27 | 1960 | 604.10 |
| 28 | 1961 | 714.30 |
| 29 | 1962 | 609.60 |
| 30 | 1963 | 446.30 |
| 31 | 1964 | 289.00 |
| 32 | 1965 | 408.40 |
| 33 | 1966 | 507.90 |
| 34 | 1967 | 374.40 |
| 35 | 1968 | 325.00 |
| 36 | 1969 | 414.00 |
| 37 | 1970 | 447.80 |
| 38 | 1971 | 157.70 |
| 39 | 1972 | 386.90 |
| 40 | 1973 | 283.20 |
| 41 | 1974 | 53.20 |
| 42 | 1975 | 336.10 |
| 43 | 1976 | 648.90 |
| 44 | 1977 | 190.10 |
| 45 | 1978 | 451.00 |
| 46 | 1979 | 210.70 |
| 47 | 1980 | 450.60 |
| 48 | 1981 | 395.10 |
| 49 | 1982 | 182.00 |
| 50 | 1983 | 55.40 |
| 51 | 1984 | 197.50 |
| 52 | 1985 | 446.40 |
| 53 | 1986 | 468.00 |
| 54 | 1987 | 223.00 |

SGM= 0.6957

Table A2.2.10 Monthly Rainfall Data at the Norzagaray Gauging Station
(October)

| | | |
|----|------|--------|
| 1 | 1925 | 410.80 |
| 2 | 1926 | 472.20 |
| 3 | 1927 | 531.50 |
| 4 | 1928 | 88.70 |
| 5 | 1929 | 359.60 |
| 6 | 1930 | 148.60 |
| 7 | 1931 | 260.30 |
| 8 | 1932 | 366.10 |
| 9 | 1933 | 461.60 |
| 10 | 1934 | 428.50 |
| 11 | 1936 | 280.40 |
| 12 | 1937 | 376.50 |
| 13 | 1938 | 306.80 |
| 14 | 1939 | 228.90 |
| 15 | 1948 | 215.40 |
| 16 | 1949 | 228.60 |
| 17 | 1950 | 417.80 |
| 18 | 1951 | 182.90 |
| 19 | 1952 | 488.60 |
| 20 | 1953 | 477.50 |
| 21 | 1954 | 131.10 |
| 22 | 1955 | 229.40 |
| 23 | 1956 | 160.30 |
| 24 | 1957 | 294.60 |
| 25 | 1958 | 211.60 |
| 26 | 1959 | 192.00 |
| 27 | 1960 | 635.50 |
| 28 | 1961 | 341.60 |
| 29 | 1962 | 78.00 |
| 30 | 1963 | 54.60 |
| 31 | 1964 | 181.50 |
| 32 | 1965 | 88.70 |
| 33 | 1967 | 160.80 |
| 34 | 1968 | 222.40 |
| 35 | 1969 | 289.50 |
| 36 | 1970 | 354.00 |
| 37 | 1971 | 537.10 |
| 38 | 1972 | 132.20 |
| 39 | 1973 | 669.90 |
| 40 | 1974 | 603.30 |
| 41 | 1975 | 290.80 |
| 42 | 1976 | 188.70 |
| 43 | 1977 | 11.70 |
| 44 | 1978 | 340.70 |
| 45 | 1979 | 270.60 |
| 46 | 1980 | 177.20 |
| 47 | 1981 | 218.80 |
| 48 | 1982 | 69.60 |
| 49 | 1984 | 342.70 |
| 50 | 1985 | 651.10 |
| 51 | 1986 | 543.00 |

SGM= 0.6957

Table A2.2.11 Monthly Rainfall Data at the Norzagaray Gauging Station
(November)

| | | |
|----|------|--------|
| 1 | 1925 | 189.40 |
| 2 | 1926 | 249.00 |
| 3 | 1927 | 72.60 |
| 4 | 1928 | 279.70 |
| 5 | 1929 | 207.10 |
| 6 | 1930 | 388.10 |
| 7 | 1931 | 322.60 |
| 8 | 1932 | 342.40 |
| 9 | 1933 | 189.50 |
| 10 | 1934 | 608.50 |
| 11 | 1936 | 59.20 |
| 12 | 1937 | 429.50 |
| 13 | 1938 | 336.90 |
| 14 | 1939 | 271.70 |
| 15 | 1948 | 254.20 |
| 16 | 1949 | 263.10 |
| 17 | 1950 | 108.20 |
| 18 | 1951 | 374.40 |
| 19 | 1952 | 44.20 |
| 20 | 1953 | 226.20 |
| 21 | 1954 | 387.10 |
| 22 | 1955 | 308.30 |
| 23 | 1956 | 260.40 |
| 24 | 1957 | 139.20 |
| 25 | 1958 | 42.70 |
| 26 | 1959 | 367.80 |
| 27 | 1960 | 84.80 |
| 28 | 1961 | 154.80 |
| 29 | 1962 | 285.50 |
| 30 | 1963 | 13.00 |
| 31 | 1964 | 329.90 |
| 32 | 1965 | 257.00 |
| 33 | 1967 | 289.00 |
| 34 | 1968 | 51.80 |
| 35 | 1969 | 77.10 |
| 36 | 1970 | 365.30 |
| 37 | 1971 | 442.90 |
| 38 | 1972 | 176.10 |
| 39 | 1973 | 276.70 |
| 40 | 1974 | 904.00 |
| 41 | 1975 | 113.40 |
| 42 | 1976 | 100.00 |
| 43 | 1977 | 105.90 |
| 44 | 1978 | 148.50 |
| 45 | 1979 | 91.80 |
| 46 | 1980 | 226.90 |
| 47 | 1981 | 369.60 |
| 48 | 1982 | 13.30 |
| 49 | 1984 | 163.10 |
| 50 | 1985 | 126.80 |
| 51 | 1986 | 363.00 |

SGM= 0.6957

Table A2.2.12 Monthly Rainfall Data at the Norzagaray Gauging Station
(December)

| | | |
|----|------|--------|
| 1 | 1925 | 125.10 |
| 2 | 1926 | 69.80 |
| 3 | 1927 | 54.90 |
| 4 | 1928 | 90.10 |
| 5 | 1929 | 178.60 |
| 6 | 1930 | 295.90 |
| 7 | 1931 | 208.10 |
| 8 | 1932 | 158.80 |
| 9 | 1933 | 63.50 |
| 10 | 1934 | 107.80 |
| 11 | 1936 | 142.10 |
| 12 | 1937 | 231.10 |
| 13 | 1938 | 75.00 |
| 14 | 1939 | 358.70 |
| 15 | 1948 | 103.10 |
| 16 | 1949 | 135.80 |
| 17 | 1950 | 182.70 |
| 18 | 1951 | 96.30 |
| 19 | 1952 | 156.20 |
| 20 | 1953 | 258.60 |
| 21 | 1954 | 27.70 |
| 22 | 1955 | 41.40 |
| 23 | 1956 | 228.40 |
| 24 | 1957 | 2.30 |
| 25 | 1958 | 0.80 |
| 26 | 1959 | 47.00 |
| 27 | 1960 | 9.90 |
| 28 | 1961 | 8.70 |
| 29 | 1962 | 9.40 |
| 30 | 1963 | 70.10 |
| 31 | 1964 | 352.50 |
| 32 | 1965 | 82.50 |
| 33 | 1967 | 5.30 |
| 34 | 1968 | 1.60 |
| 35 | 1969 | 99.60 |
| 36 | 1970 | 111.40 |
| 37 | 1971 | 241.80 |
| 38 | 1972 | 50.00 |
| 39 | 1973 | 88.50 |
| 40 | 1974 | 208.80 |
| 41 | 1975 | 356.50 |
| 42 | 1976 | 80.50 |
| 43 | 1977 | 0.0 |
| 44 | 1978 | 37.90 |
| 45 | 1980 | 50.40 |
| 46 | 1981 | 124.10 |
| 47 | 1982 | 89.00 |
| 48 | 1984 | 0.50 |
| 49 | 1985 | 3.40 |
| 50 | 1986 | 61.00 |

SGM= 0.6957

Fig. A2.1 Probable Annual Rainfall at the Norzagaray Gauging Station

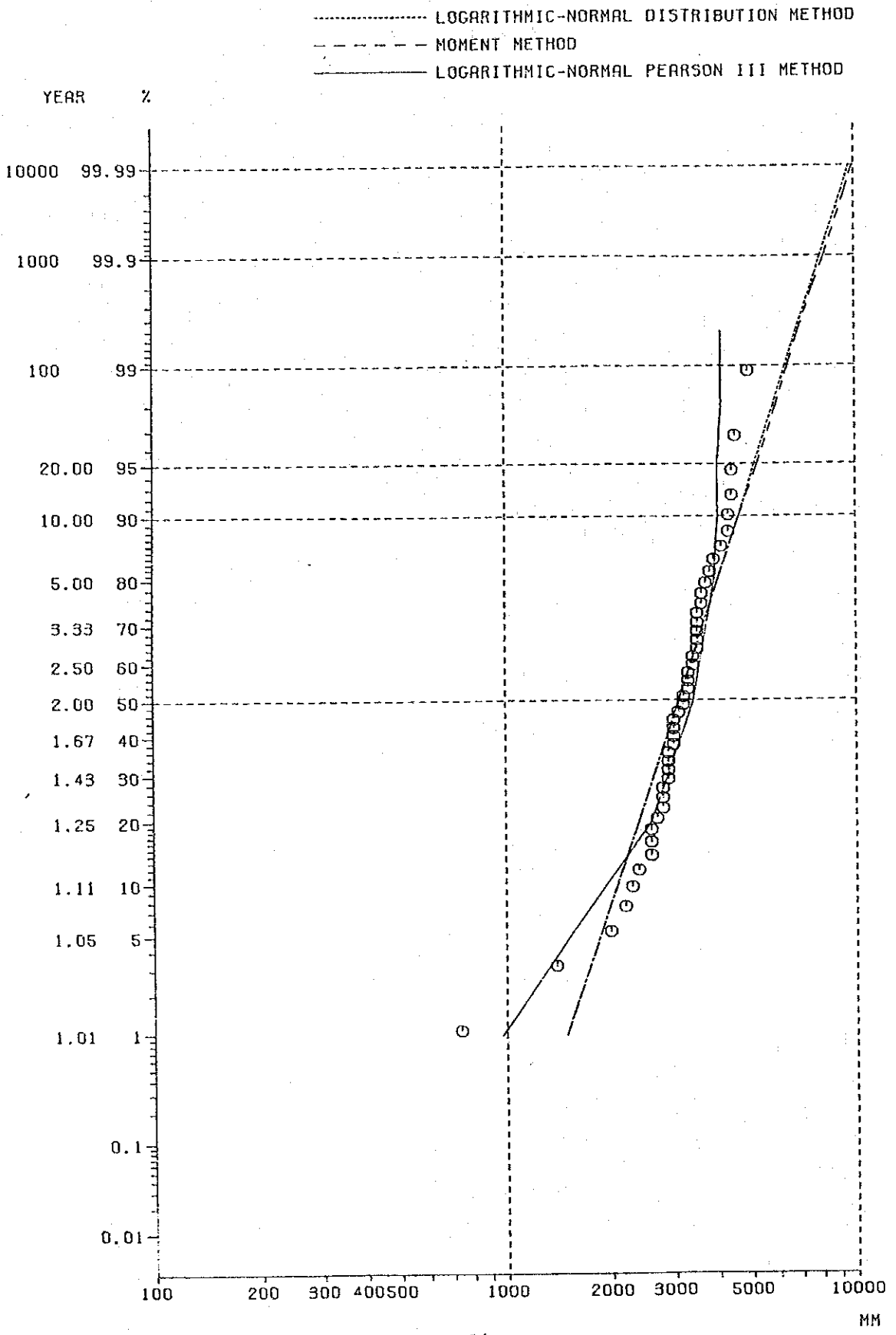


Fig. A2.2.1 Probable Monthly Rainfall at the Norzagaray Gauging Station
(January)

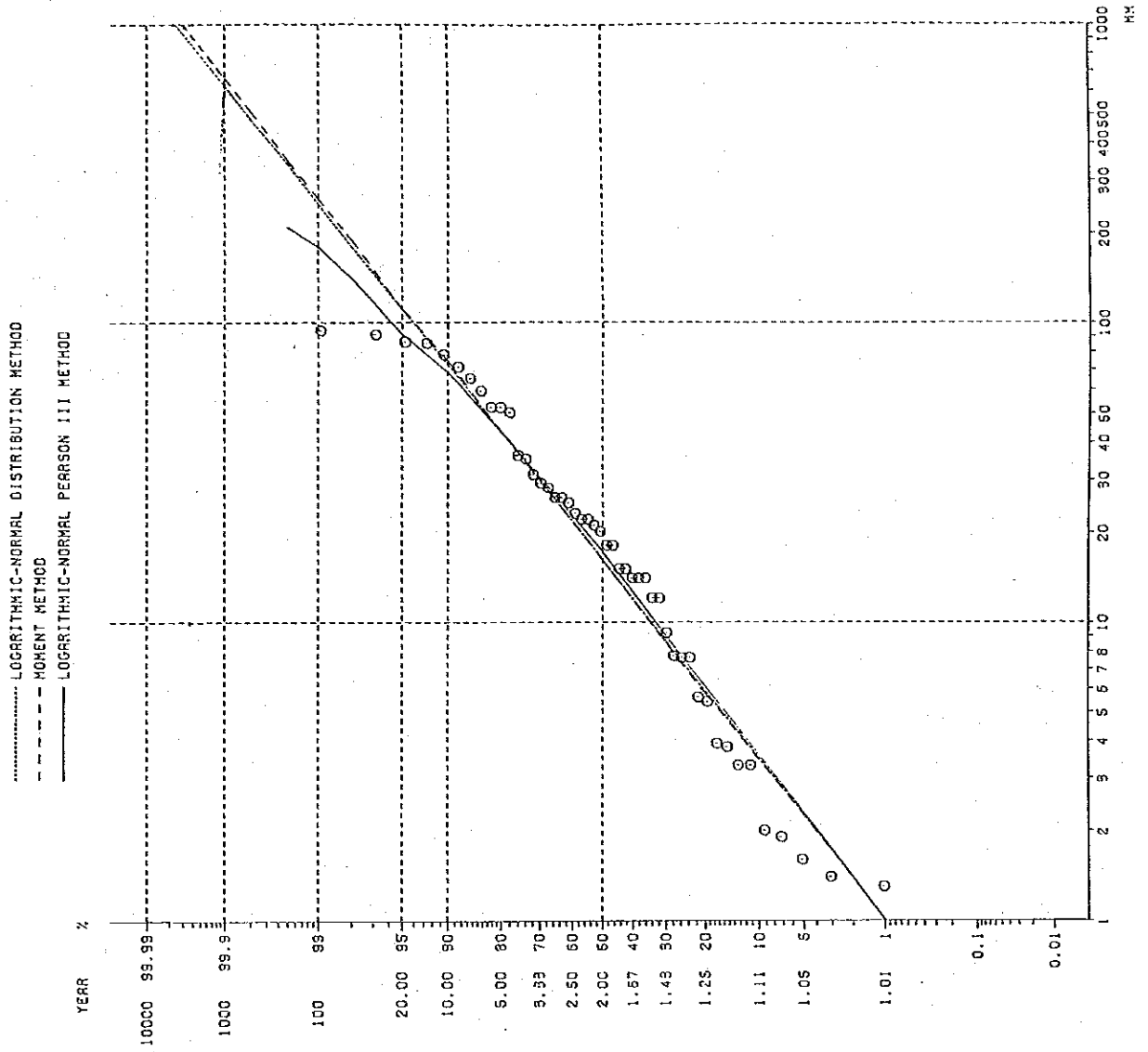


Fig. A2.2.2 Probable Monthly Rainfall at the Norzagaray Gauging Station
(February)

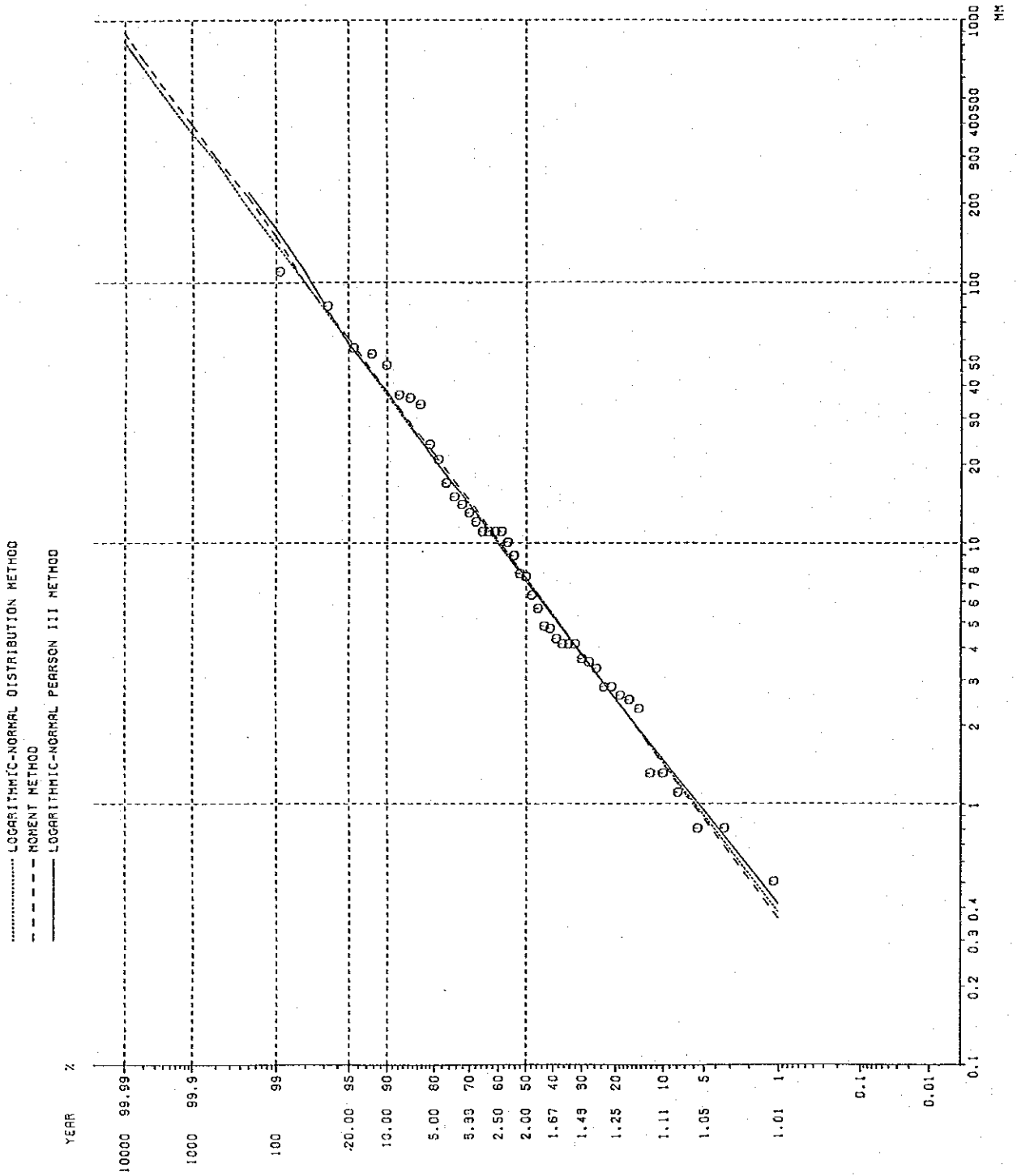


Fig. A2.2.3 Probable Monthly Rainfall at the Norzagaray Gauging Station
(March)

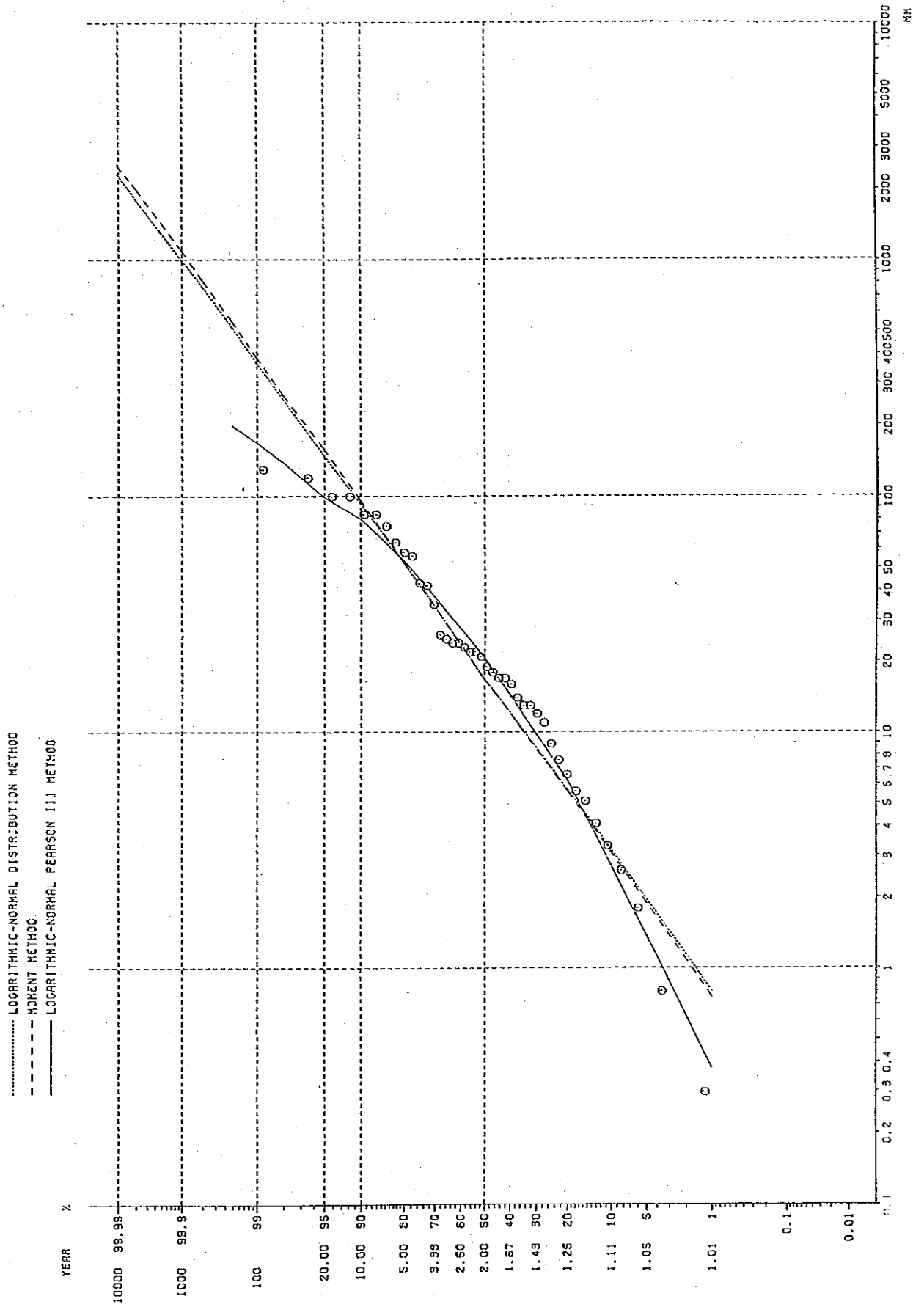


Fig. A2.2.4 Probable Monthly Rainfall at the Norzagaray Gauging Station
(April)

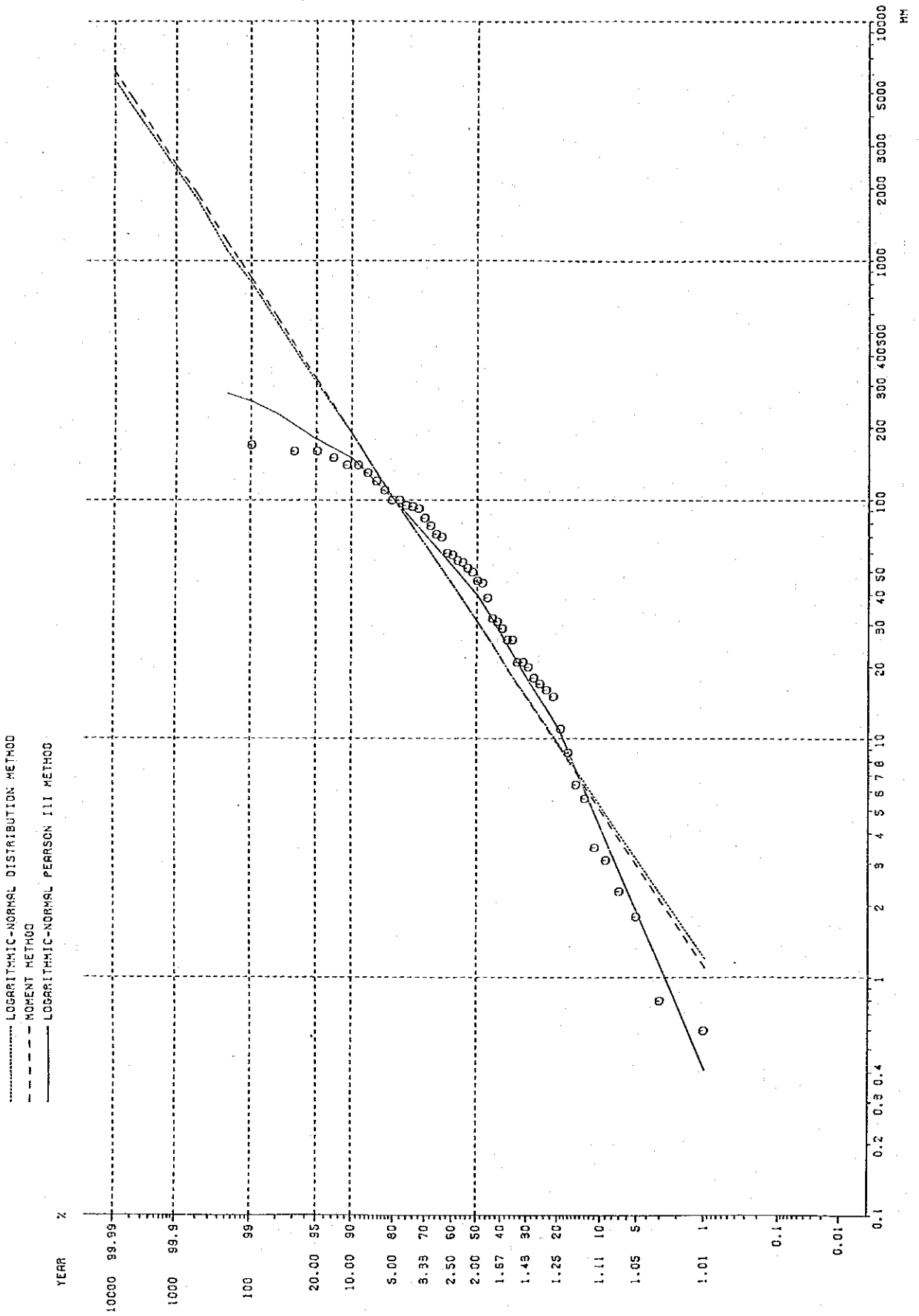


Fig. A.2.2.5 Probable Monthly Rainfall at the Norzagaray Gauging Station
(May)

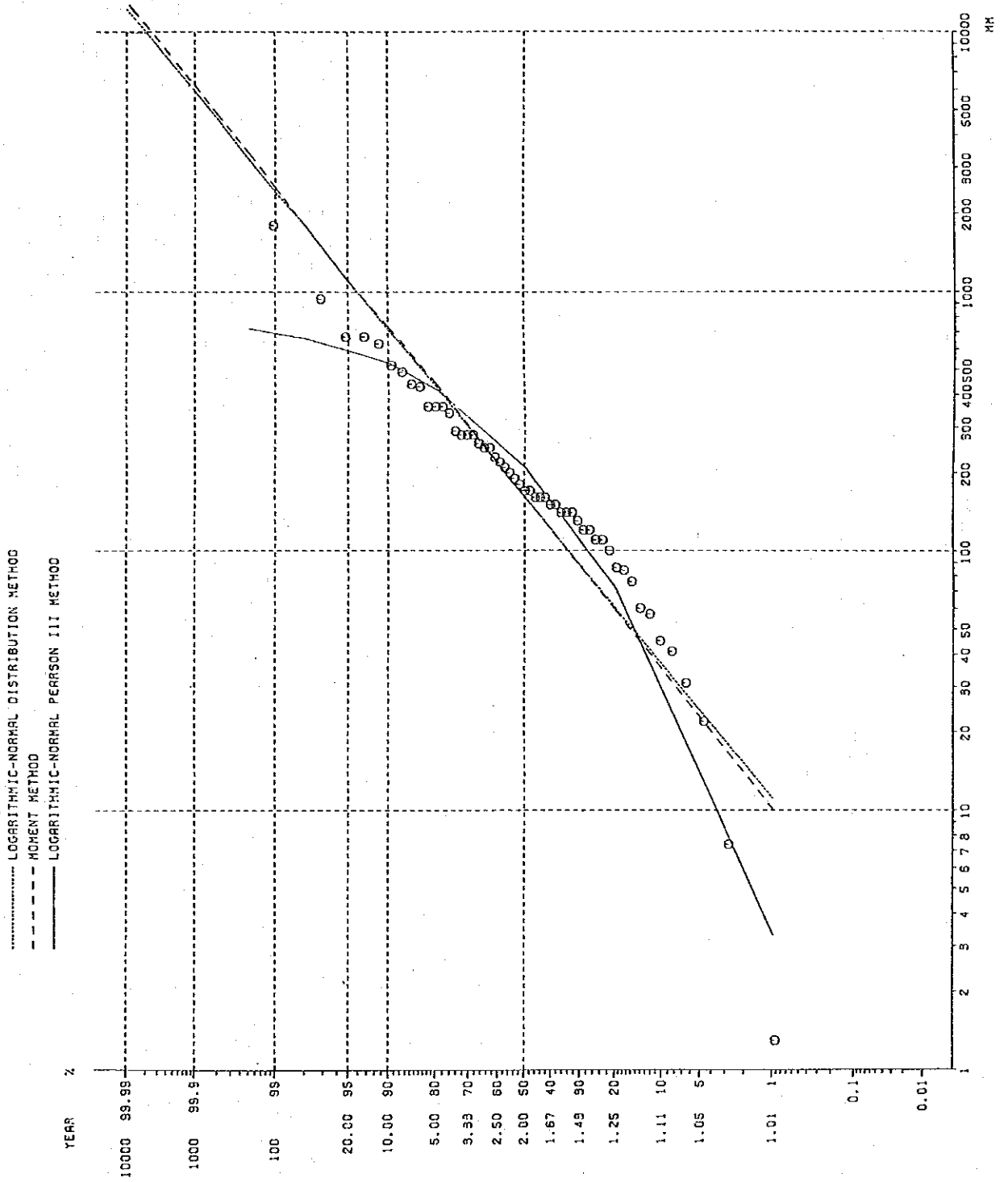


Fig. A2.2.6 Probable Monthly Rainfall at the Norzagaray Gauging Station
(June)

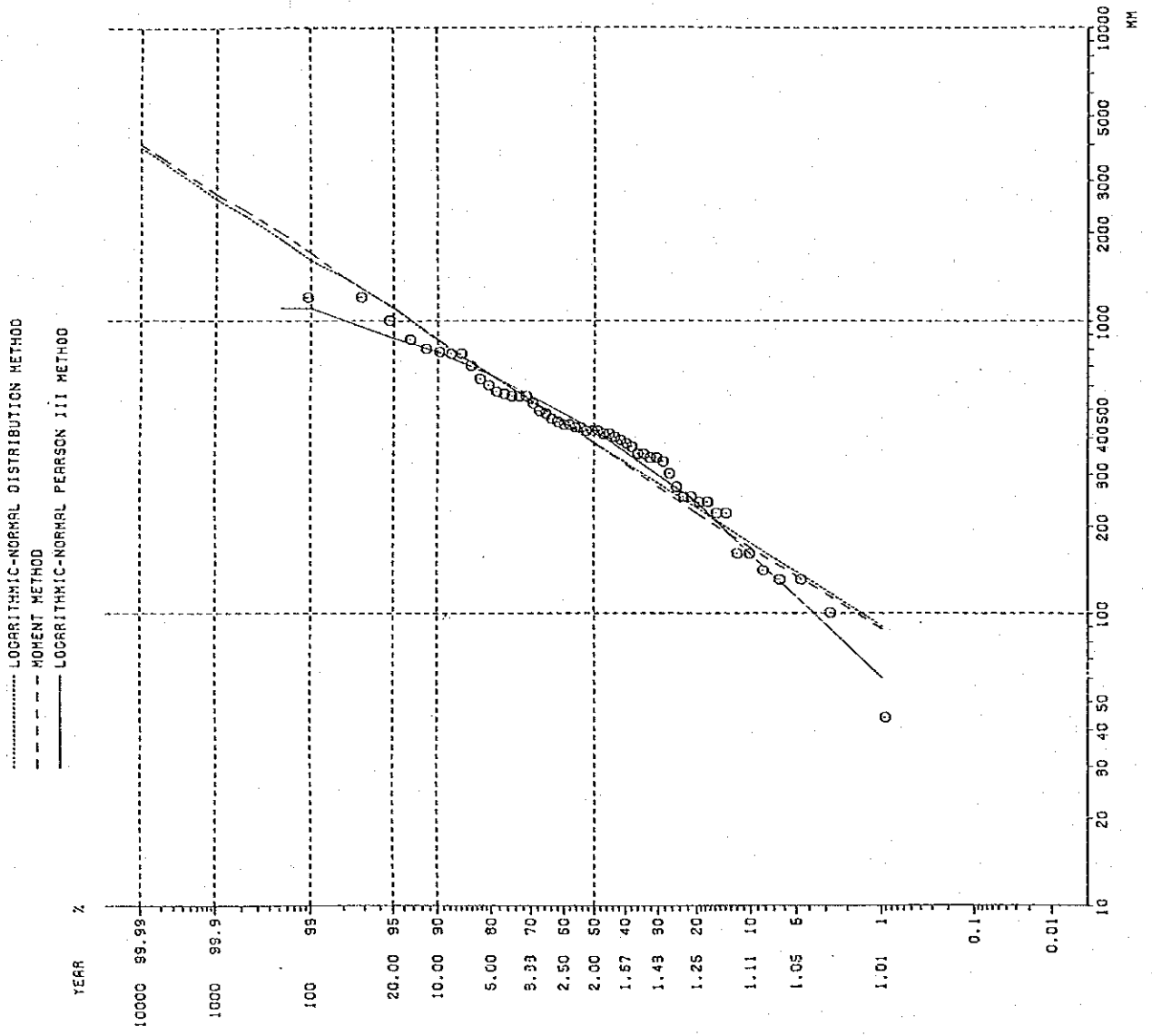


Fig. A.2.2.7 Probable Monthly Rainfall at the Norzagaray Gauging Station (July)

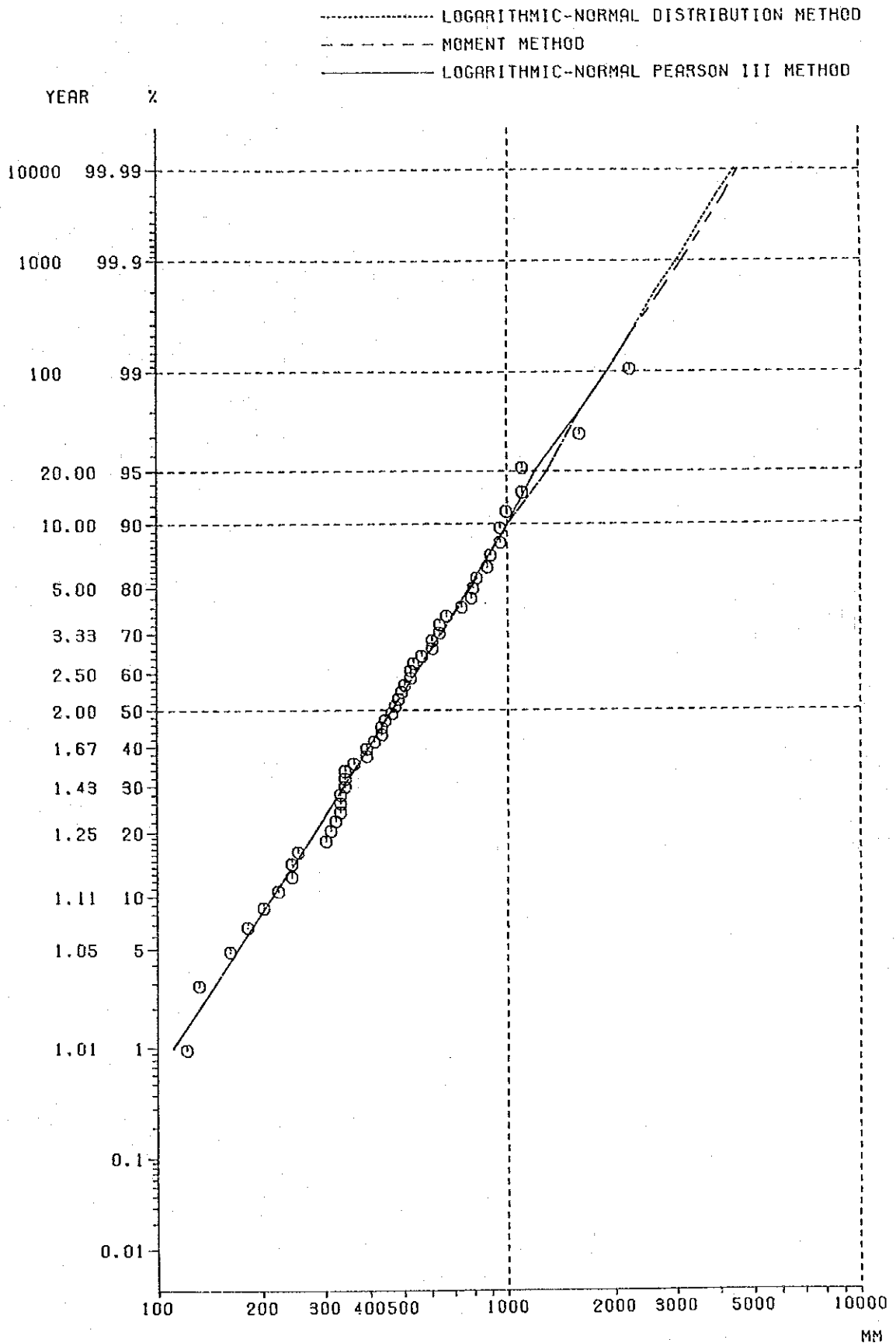


Fig. A2.2.8 Probable Monthly Rainfall at the Norzagaray Gauging Station (August)

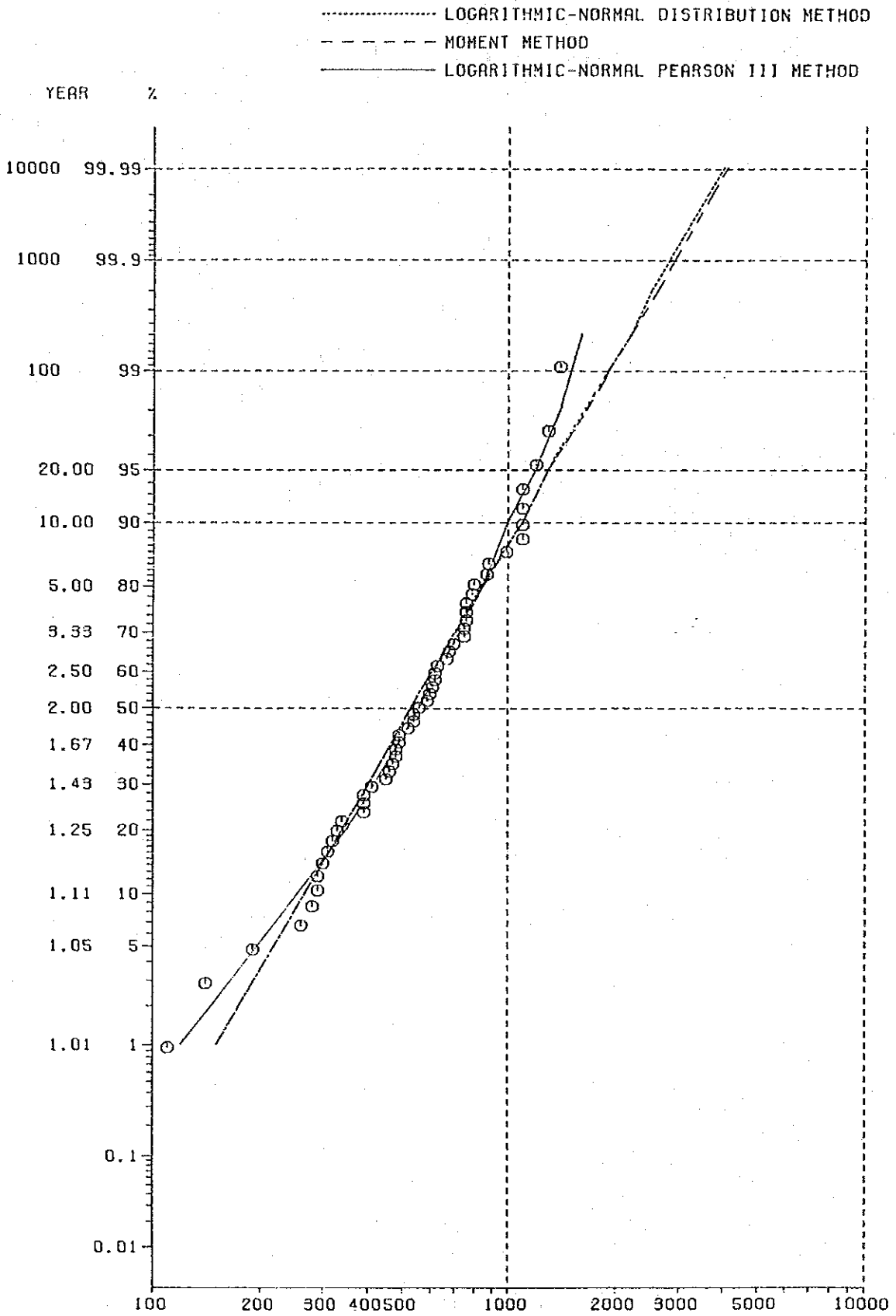


Fig. A2.2.9 Probable Monthly Rainfall at the Norzagaray Gauging Station (September)

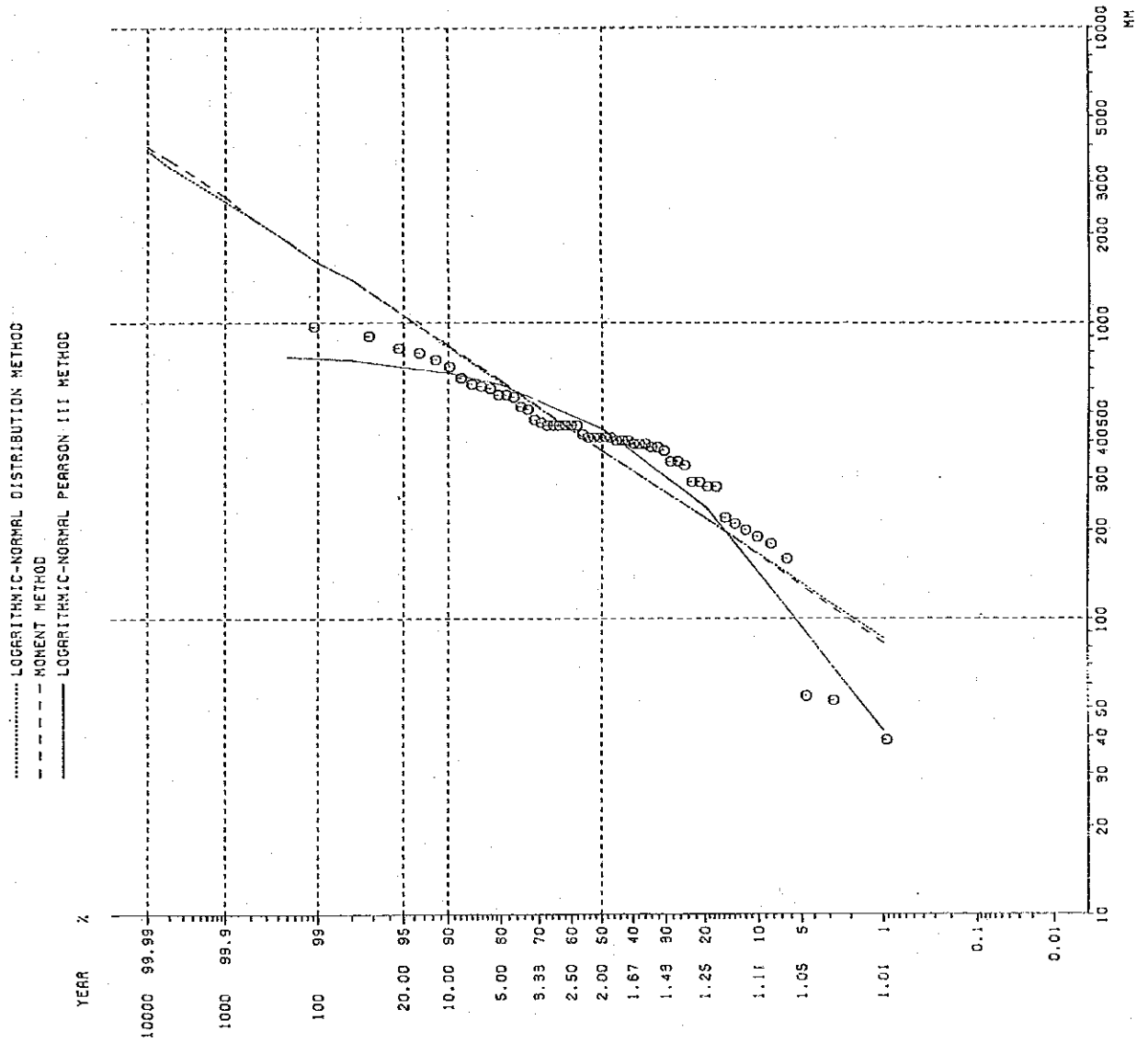


Fig. A2.2.10 Probable Monthly Rainfall at the Norzagaray Gauging Station (October)

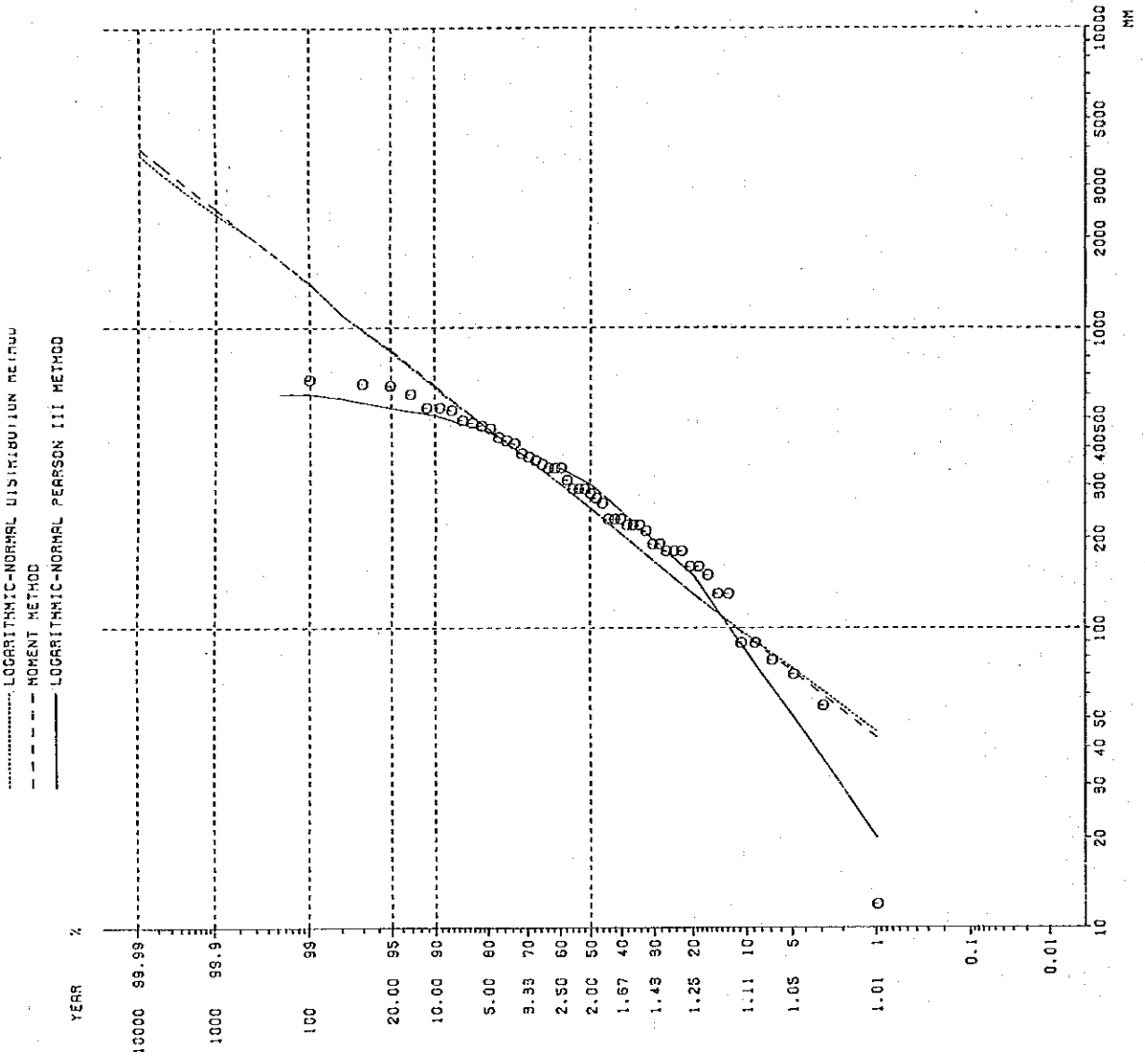


Fig. A2.2.11 Probable Monthly Rainfall at the Norzagaray Gauging Station
(November)

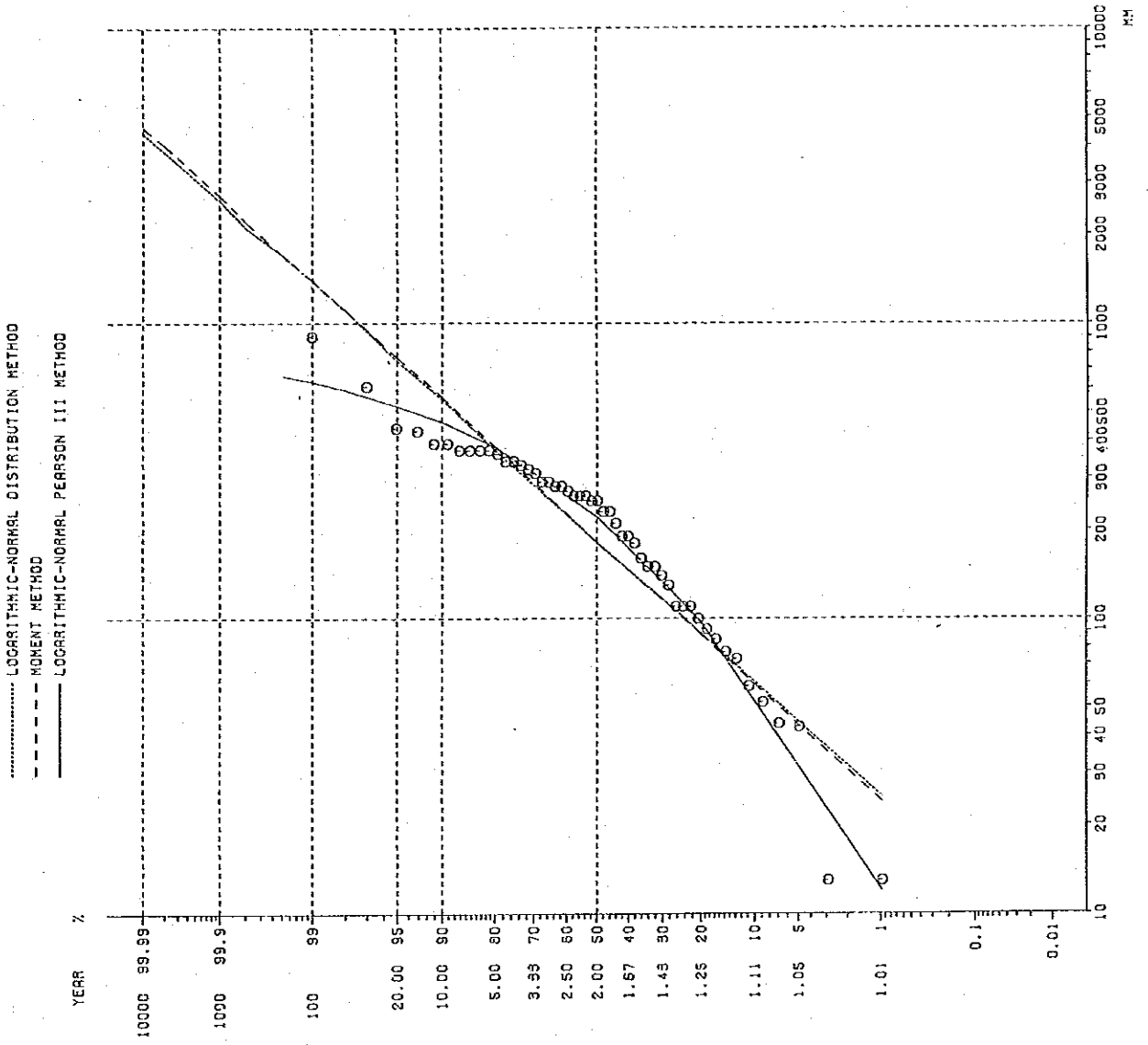


Fig. A2.2.12 Probable Monthly Rainfall at the Norzagaray Gauging Station
(December)

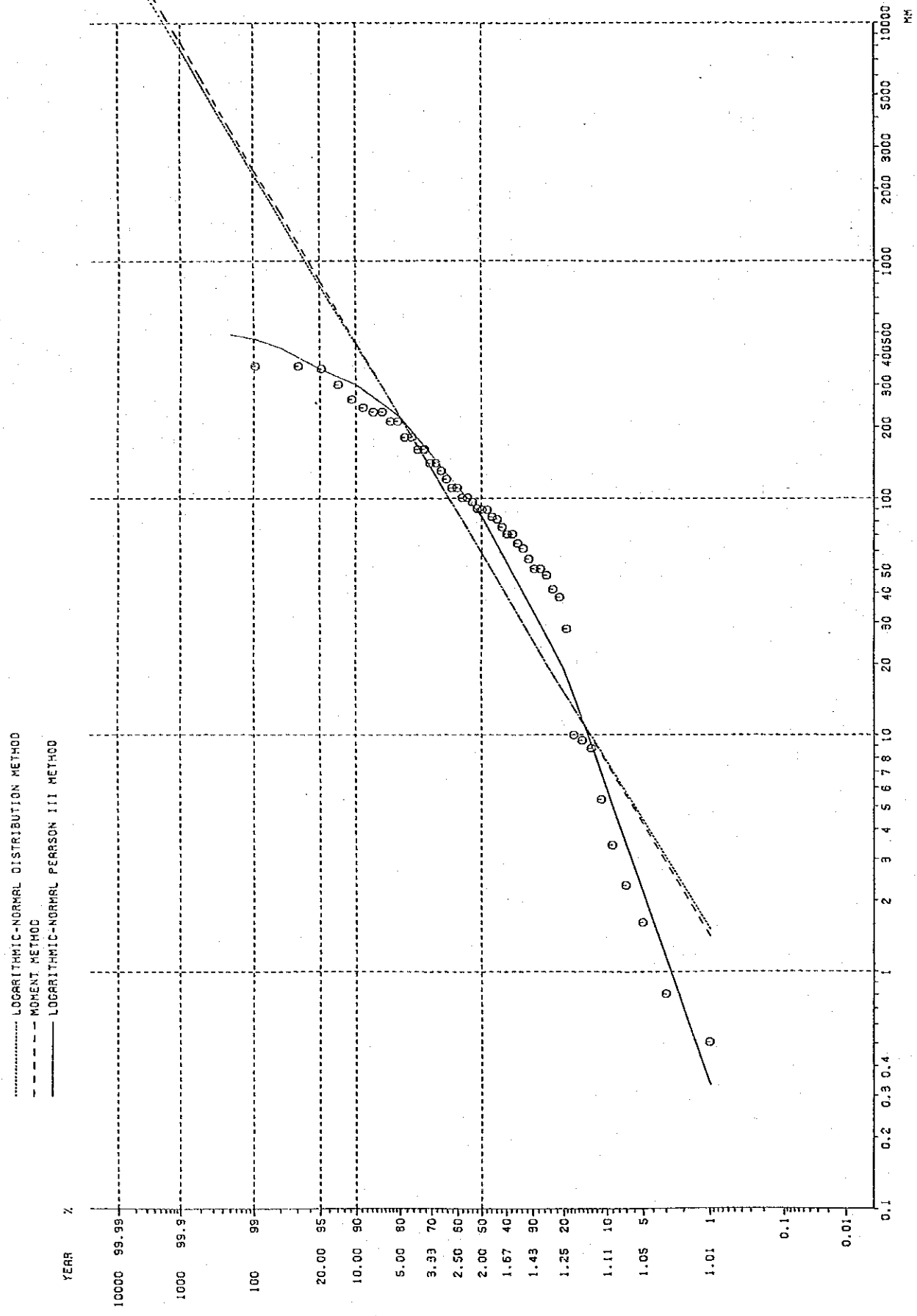


Fig. A 2.3.1 Probable Inflow to the Angat Dam
(Single Day for 1957 - 1982)

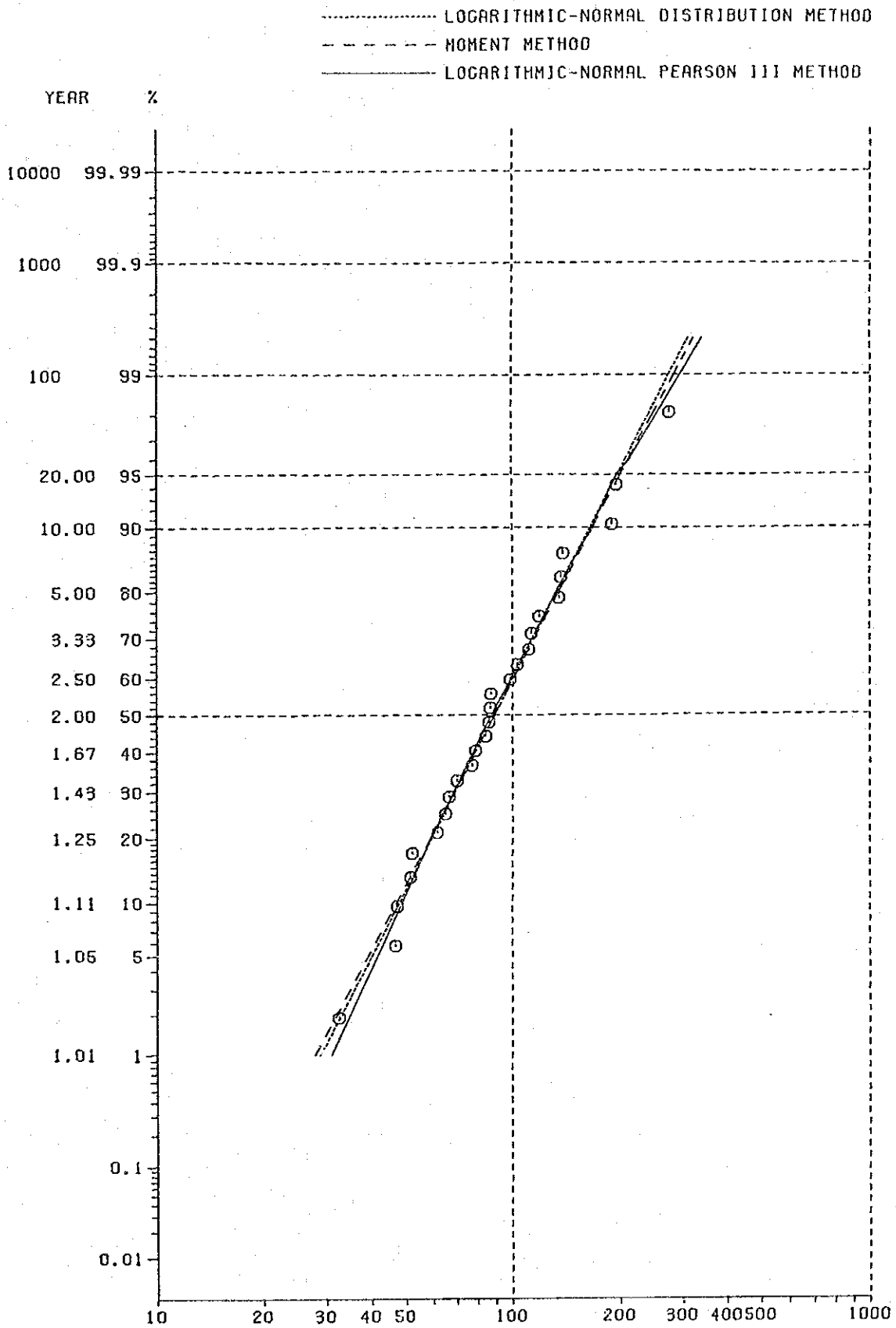


Fig. A 2.3.2 Probable Inflow to the Angat Dam
(Single Day for 1957 - 1987)

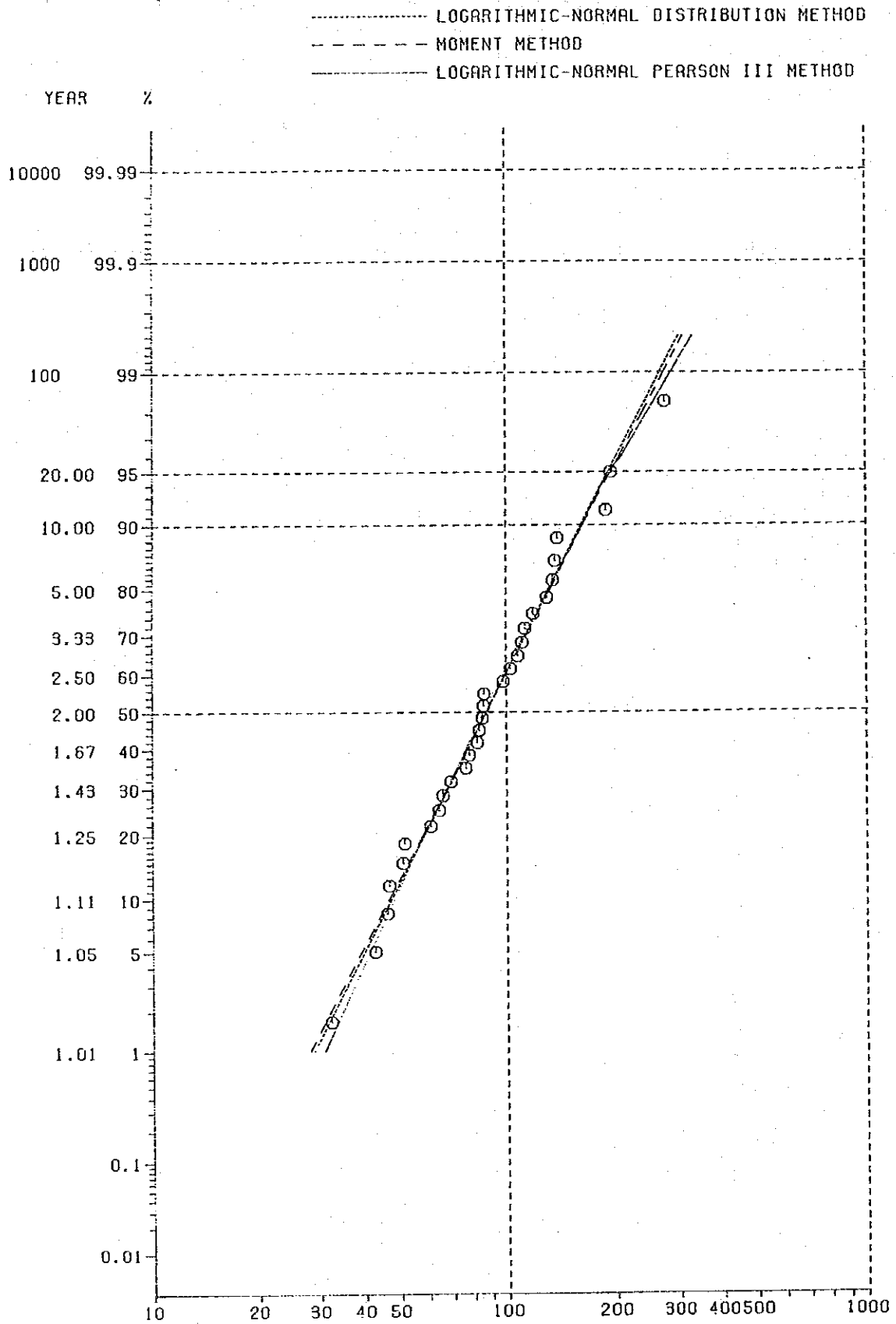


Fig. A 2.3.3 Probable Inflow to the Angat Dam
 (Two Consecutive Days for 1957 - 1982)

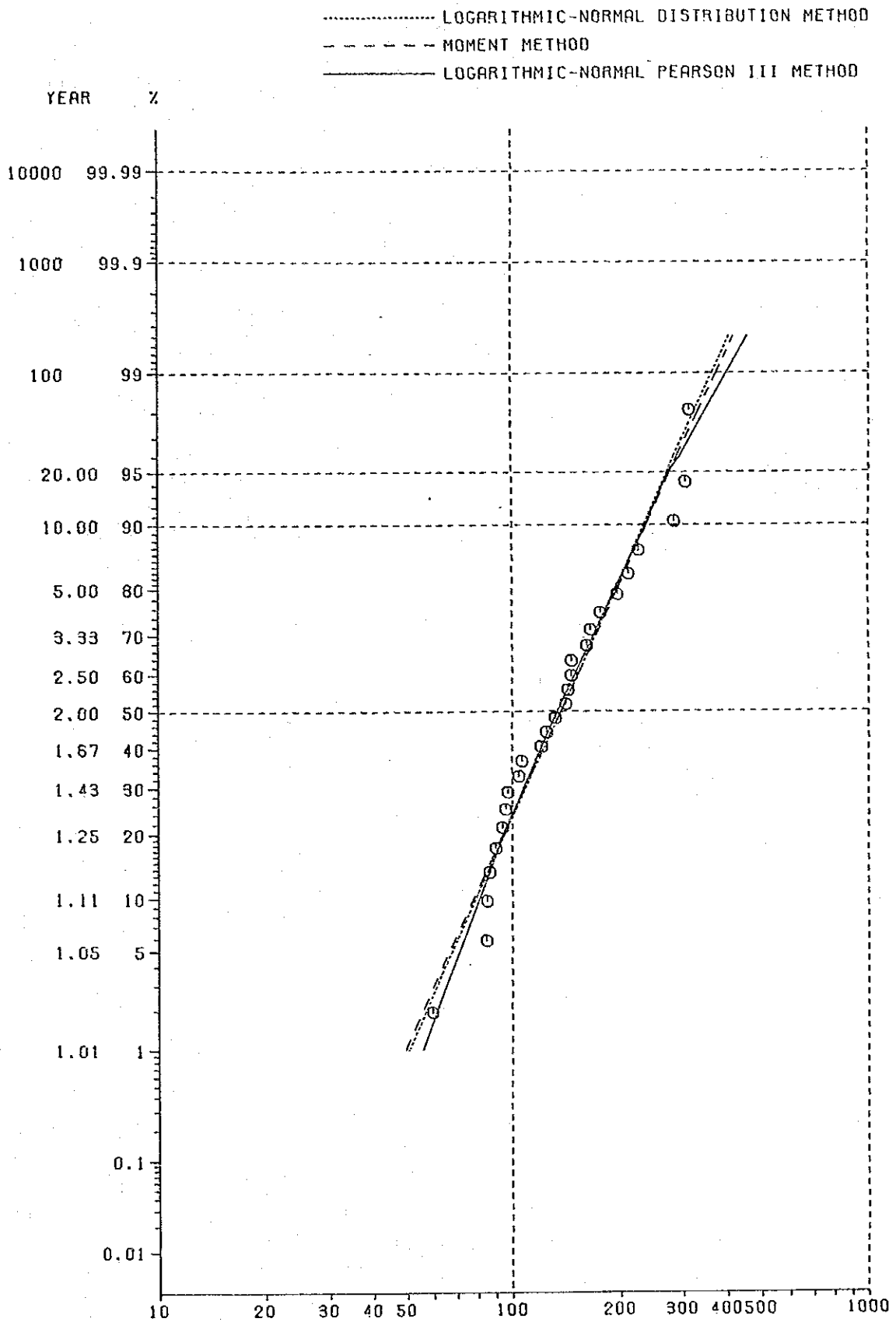


Fig. A 2.3.4 Probable Inflow to the Angat Dam
 (Two Consecutive Days for 1957 - 1987)

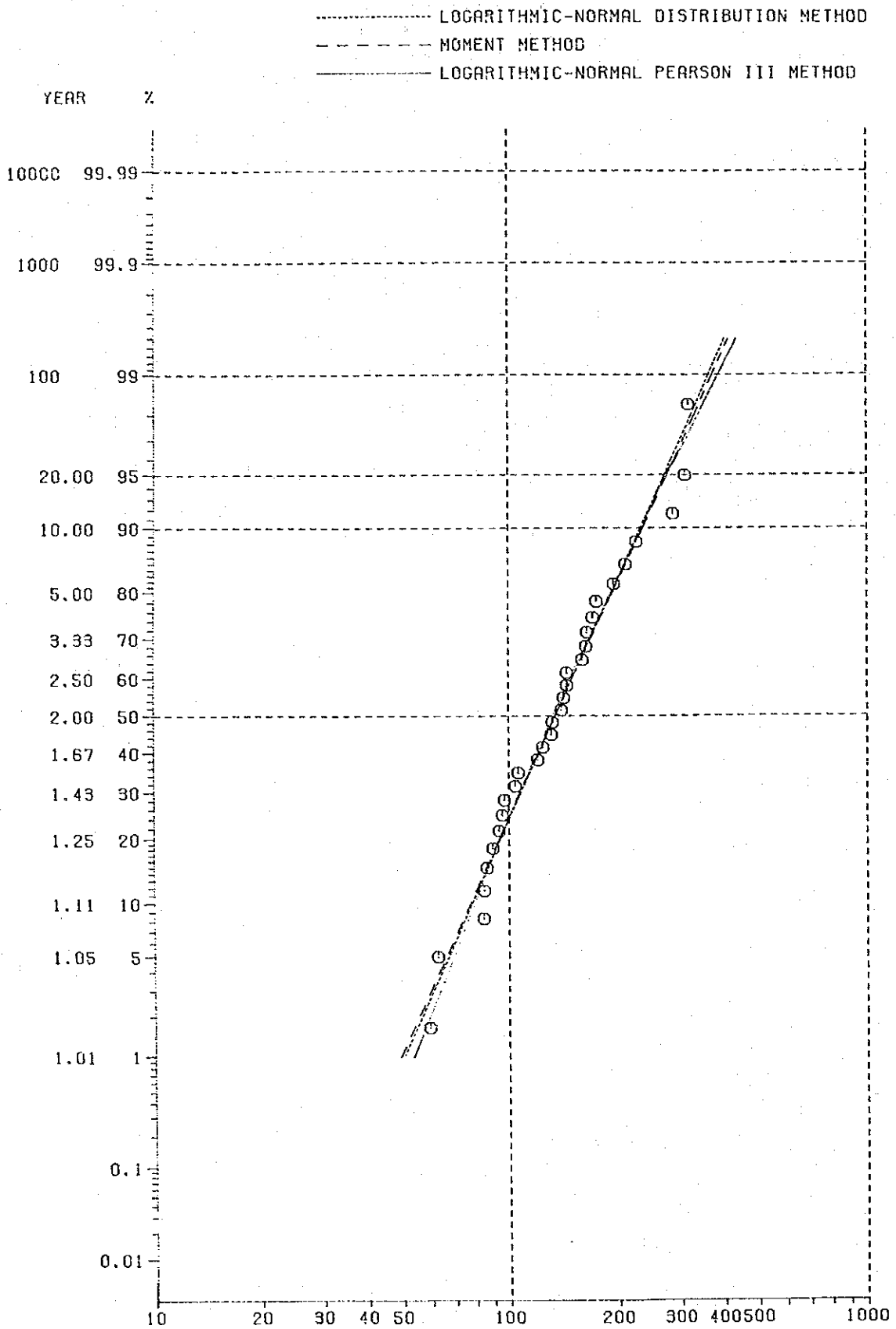


Fig. A 2.3.5 Probable Inflow to the Angat Dam
 (Three Consecutive Days for 1957 - 1982)

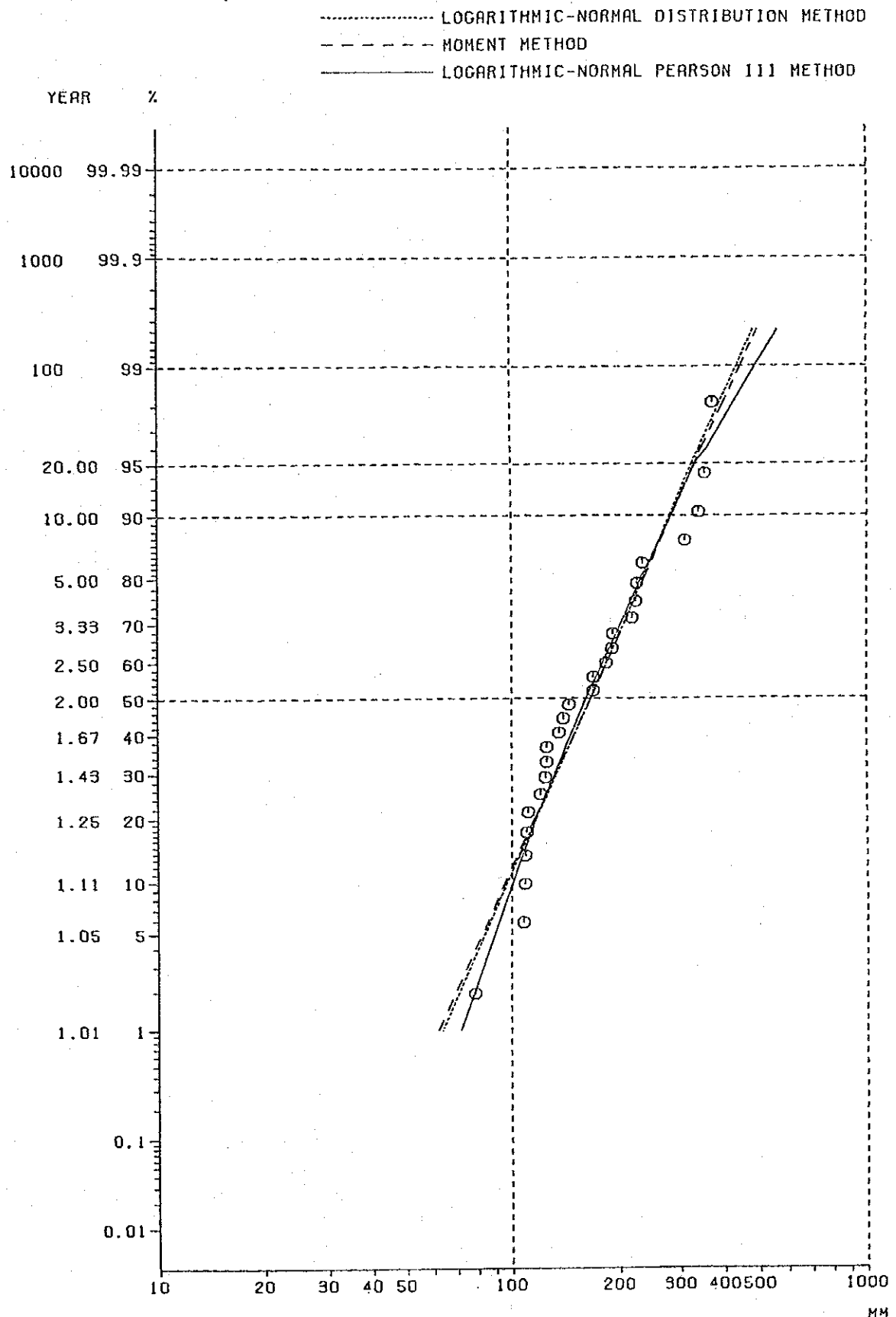


Fig. A 2.3.6 Probable Inflow to the Angat Dam
 (Three Consecutive Days for 1957 - 1987)

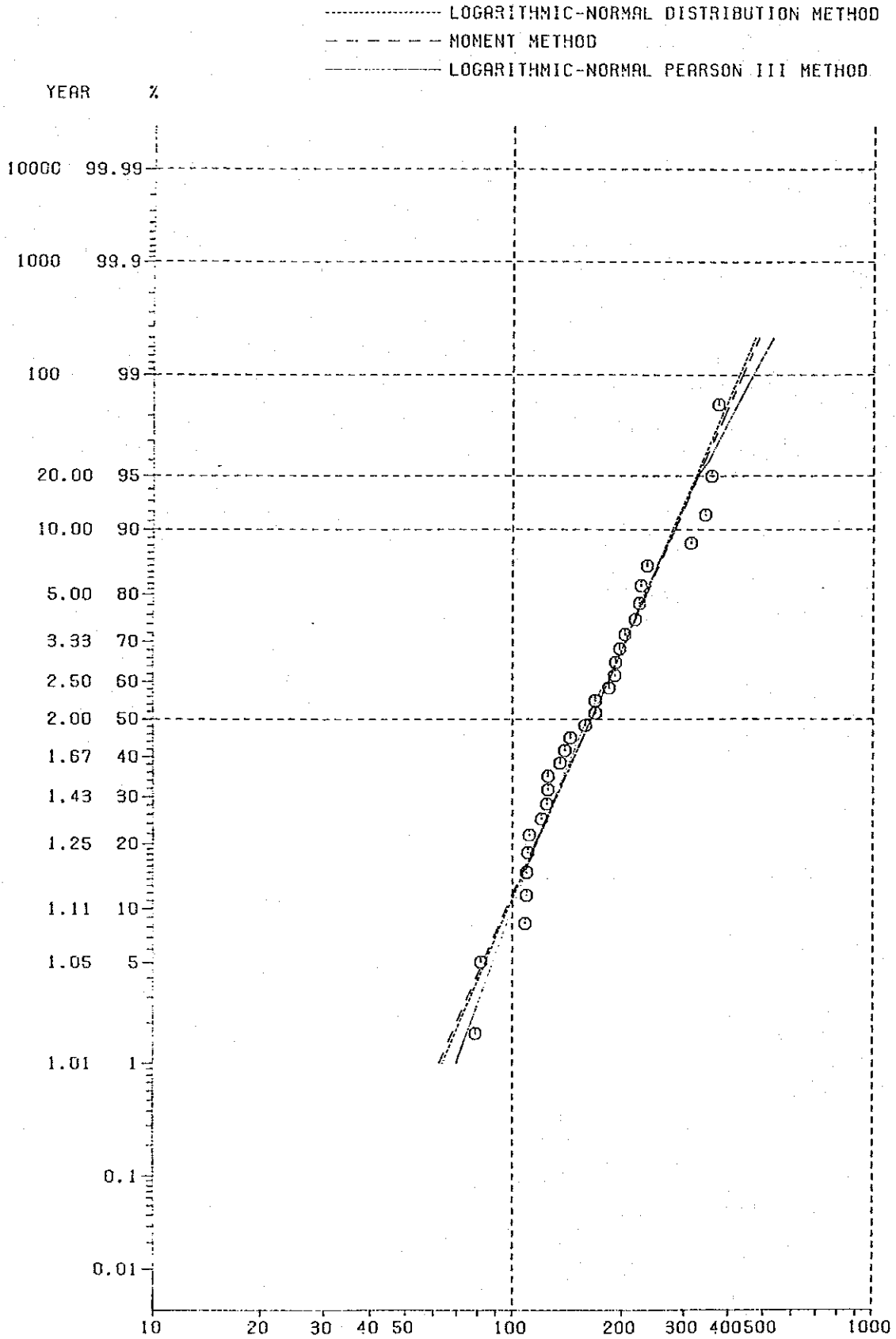


Fig. A 2.3.7 Probable Inflow to the Angat Dam
 (Four Consecutive Days for 1957 - 1982)

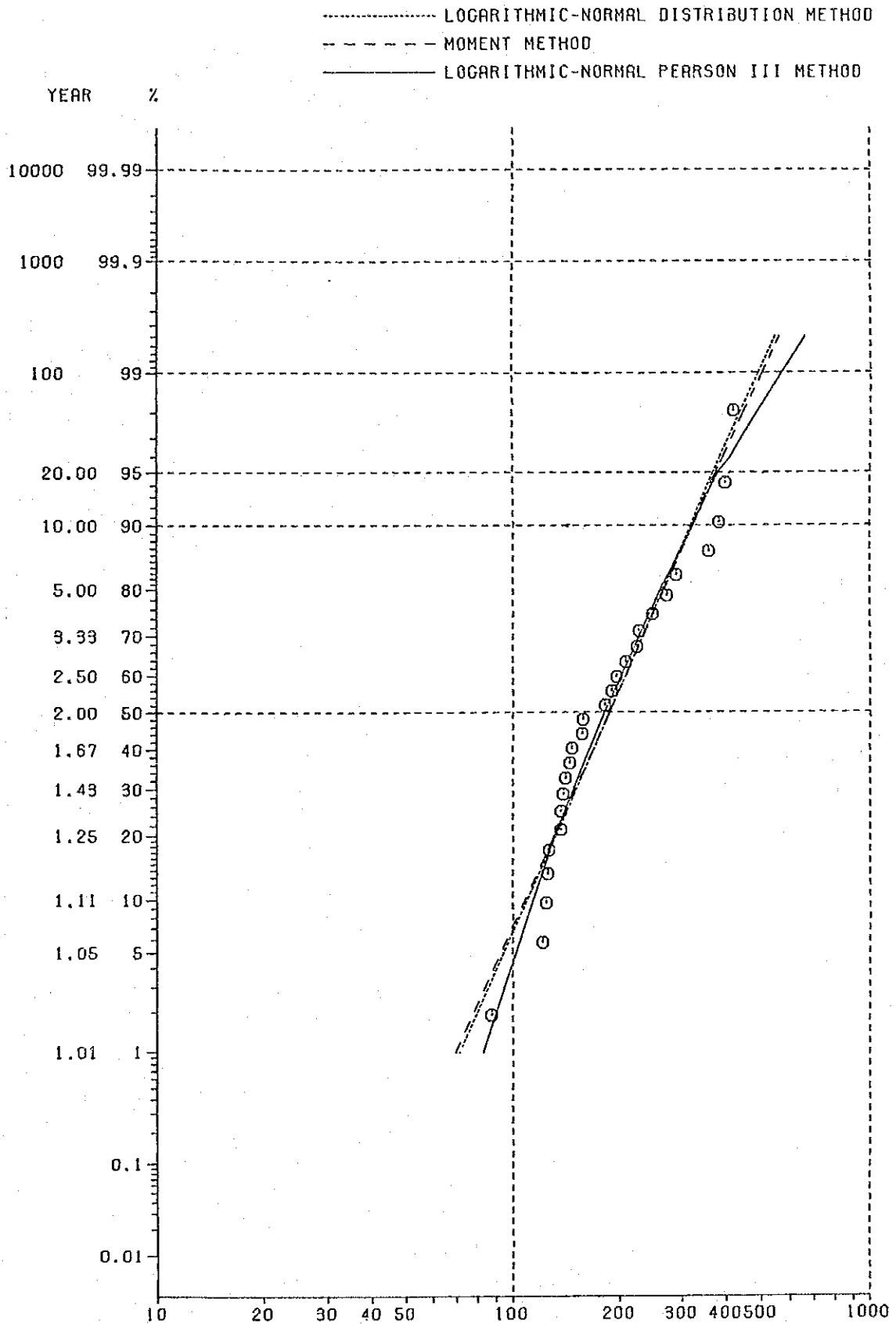


Fig. A 2.3.8 Probable Inflow to the Angat Dam
 (Four Consecutive Days for 1957 - 1987)

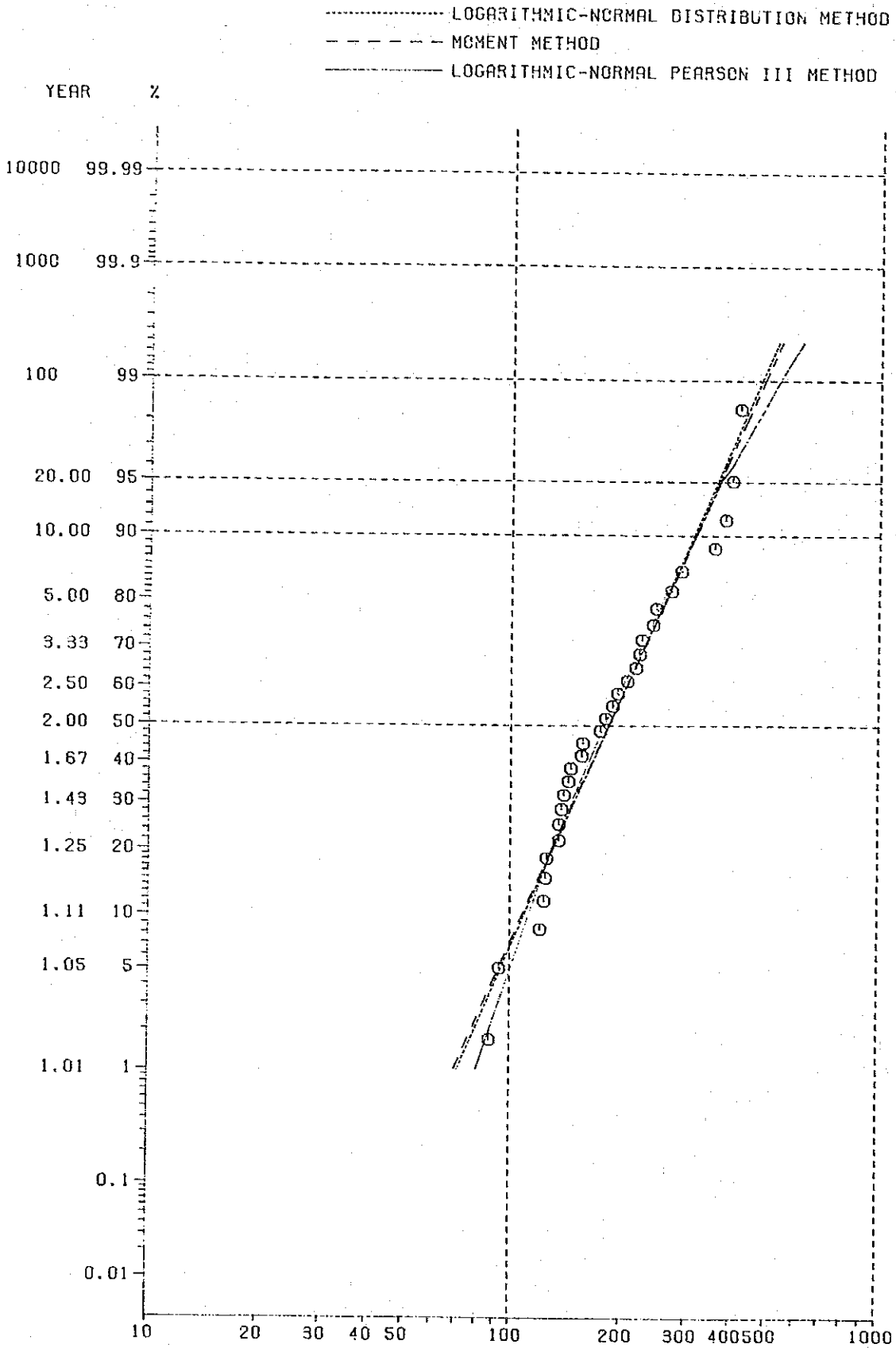


Fig. A 2.3.9 Probable Inflow to the Angat Dam
 (Five Consecutive Days for 1957 - 1982)

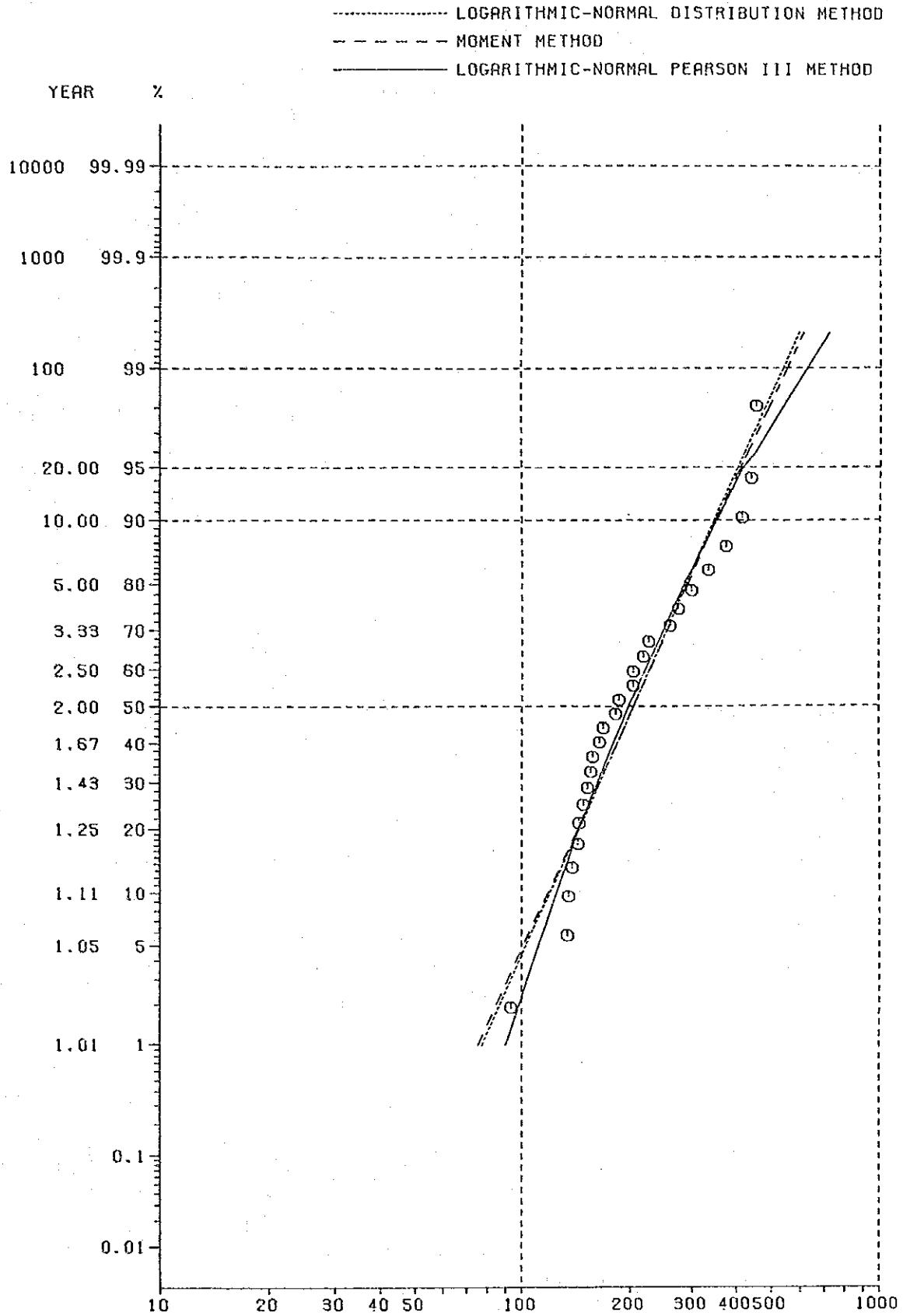


Fig. A 2.3.10 Probable Inflow to the Angat Dam
 (Five Consecutive Days for 1957 - 1987)

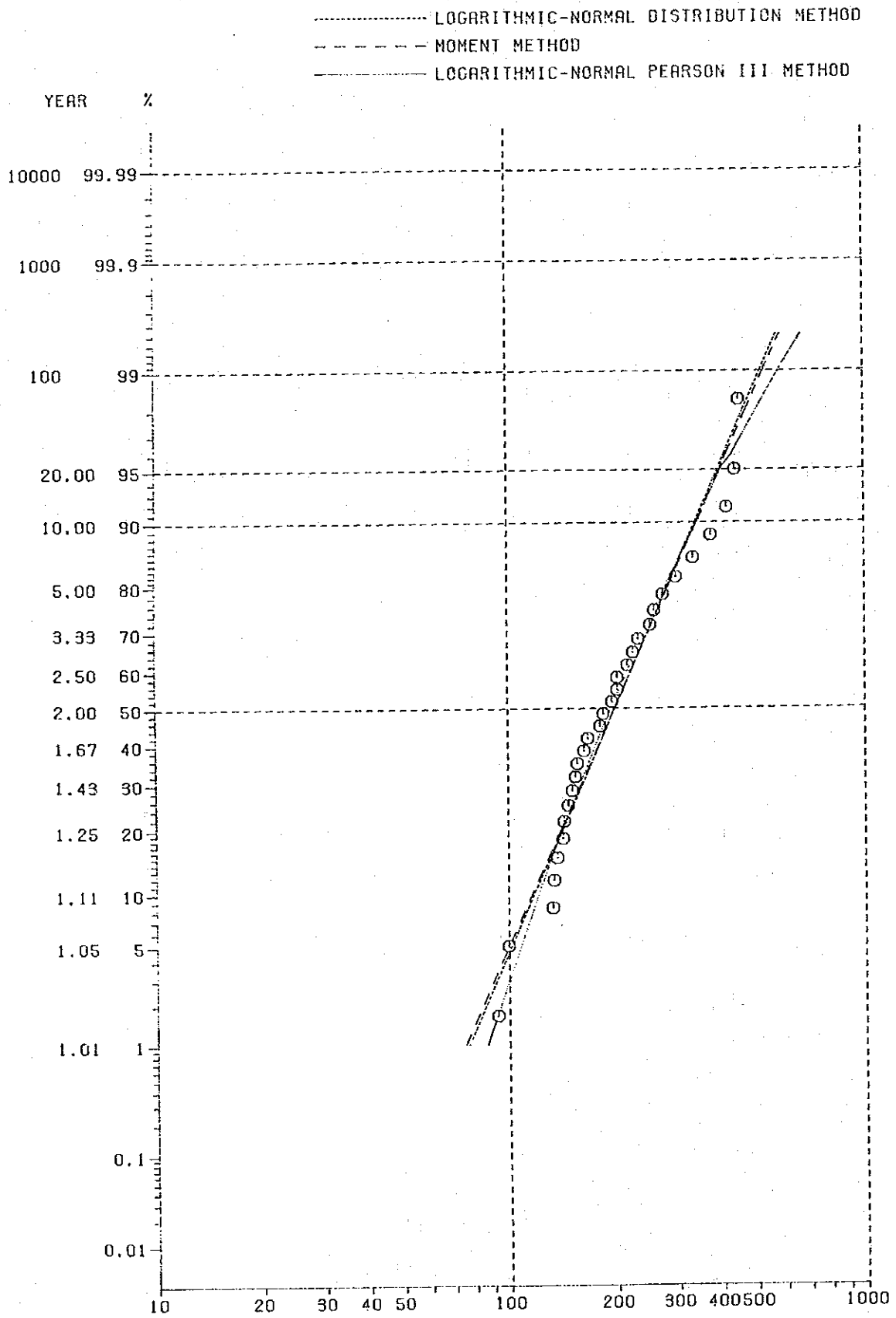


Table A4.1 Descriptive Logs of Boring
Investigations Undertaken by NAPOCO

DESCRIPTIVE LOG
FOR
SPT #1

Log by: Juan C. Fernandez
Manalo Pandez

Northing - - - - -
 Easting - - - - -
 Elevation - - - - - 214.70
 Actual Depth - - - - - 2.93m
 Depth of Water Table - - - - -
 Dia. of Split Spoon - - - - - 4.0 cm
 Inside Length of Split Spoon - - - - - 4.5 cm
 Length of Run for Coring - - - - - 1.05 cm
 Length of Run for SPT - - - - - 4.5 cm
 Date Started - - - - - Sept. 17, 1987
 Date Completed - - - - - Sept. 17, 1987
 Drilled by - - - - - NPC

| <u>DEPTH/ELEVATION</u> | <u>CORE NO.</u> | <u>REMARKS</u> | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|---|--------------|---------------------|---------|----|----------|----|----------|----|
| 1. 00.00 - 1.05m | S - 1 | Light Brown, soft, plastic, wet, composition: 20% sand, 75% clay, 5% gravel-residual soil (sandy clay with little amount of gravel) | | | | | | | | |
| 2. 1.05 - 1.50 m | SPT-1 | <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Depth</u></th> <th><u>No. of Blows</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | 0-15 cm | 5 | 15-30 cm | 9 | 30-45 cm | 4 |
| <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 5 | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 9 | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 4 | | | | | | | | | |
| 3. 1.50 - 2.55 m | S - 2 | Light gray, soft, plastic, with Hi-organic content; composition: clay-75%, sand-20%, gravel-5%, Residual Soil (sandy clay with gravel) | | | | | | | | |
| 4. 2.55 - 2.93 m | SPT-2 | <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Depth</u></th> <th><u>No. of Blows</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>30-43 cm</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table> Last 10.5 cm is composed of highly weathered andesite | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | 0-15 cm | 13 | 15-30 cm | 30 | 30-43 cm | 60 |
| <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 13 | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 30 | | | | | | | | | |
| 30-43 cm | 60 | | | | | | | | | |

DESCRIPTIVE LOG
FOR
SPT #2

Logged by: Juan C. Fernandez
Manalo Pandez

Northing - - - - -
 Easting - - - - -
 Elevation - - - - - 227.10
 Depth - - - - - 9.83 m
 Depth of Water Table - - - - -
 Length of Run for Coring - - - - - 1.05 m
 Length of Run for SPT - - - - - 45 cm
 Date Started - - - - - Aug. 8, 1987
 Date Completed - - - - - Aug. 10, 1987
 Dia. of Core barrel - - - - -
 Drilled by - - - - - NPC

| <u>DEPTH/ELEVATION</u> | <u>CORE NO.</u> | <u>REMARKS</u> | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|--|--------------|---------------------|---------|---|----------|---|----------|---|
| 1. 0.00-1.05 m | S - 1 | Light brown, soft, completely weathered, contain highly weathered sand and gravel - Residual Clay | | | | | | | | |
| 2. 1.05-1.50 m | SPT #1 | <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Depth</u></th> <th><u>No. of Blows</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | 0-15 cm | 1 | 15-30 cm | 1 | 30-45 cm | 1 |
| <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 1 | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 1 | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 1 | | | | | | | | | |
| 3. 1.50-2.55 m | S - 2 | Chocolate brown, soft, plastic, completely weathered contain sand particles - Residual Clay | | | | | | | | |
| 4. 2.55-3.00 m | SPT #2 | <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Depth</u></th> <th><u>No. of Blows</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | 0-15 cm | 3 | 15-30 cm | 3 | 30-45 cm | 3 |
| <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 3 | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 3 | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 3 | | | | | | | | | |
| 5. 3.00-4.05 m | S - 3 | Light brown, soft, completely weathered, contain sand, silt and gravel - Residual Clay | | | | | | | | |

| | | | | |
|-----|-------------|--------|---|---------------------|
| 6. | 4.05-4.50 m | SPT #3 | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
| | | | 0-15 cm | 2 |
| | | | 15-30 cm | 3 |
| | | | 30-45 cm | 5 |
| 7. | 4.50-5.55 m | S - 4 | Chocolate brown, soft, plastic, completely weathered, contain sand and silt - Residual Clay | |
| 8. | 5.55-6.00 m | SPT #4 | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
| | | | 0-15 cm | 10 |
| | | | 15-30 cm | 7 |
| | | | 30-45 cm | 8 |
| 9. | 6.00-7.05 m | S - 5 | Light brown at the top and light gray at the bottom, soft, plastic, completely weathered, contain sand and gravel - Residual Soil | |
| 10. | 7.05-7.50 m | SPT #5 | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
| | | | 0-15 cm | 9 |
| | | | 15-30 cm | 8 |
| | | | 30-45 cm | 12 |
| 11. | 7.50-8.55 m | S - 6 | Light brown with light gray dots, soft, completely weathered, contain weathered sand and gravel - Residual soil | |
| 12. | 8.55-9.00 m | SPT #6 | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
| | | | 0-15 cm | 3 |
| | | | 15-30 cm | 6 |
| | | | 30-45 cm | 10 |
| 13. | 9.00-9.70 m | S - 7 | Chocolate brown, soft, completely weathered, plastic, contain sand & gravel - Residual soil | |
| 14. | 9.70-9.83 m | SPT #7 | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
| | | | 0-13 cm | 60 |

DESCRIPTIVE LOG
FOR
SPT #3

Logged by: Juan C. Fernandez
Manalo Pandez

Northing - - - - -
 Easting - - - - -
 Elevation - - - - - 208.10
 Actual Depth - - - - - 5.05 m
 Depth of Water Table - - - - -
 Dia. of Split Spoon - - - - -
 Inside Length of Split Spoon - - - - - 45 cm
 Length of Run for Coring - - - - - 1.05 cm
 Length of Run for SPT - - - - - 45 cm
 Date Started - - - - - Aug. 24, 1987
 Date Completed - - - - - Aug. 24, 1987
 Drilled by - - - - - NPC

| <u>DEPTH/ELEVATION</u> | <u>CORE NO.</u> | <u>REMARKS</u> | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|--|--------------|---------------------|---------|---|----------|---|----------|---|
| 1. 0.00-1.05 m | S - 1 | Light brown at the top to chocolate brown at the bottom, completely weathered, plastic, contain sand and gravel - Residual Soil | | | | | | | | |
| 2. 1.05-1.50 m | SPT #1 | <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Depth</u></th> <th><u>No. of Blows</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | 0-15 cm | 2 | 15-30 cm | 3 | 30-45 cm | 4 |
| <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 2 | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 3 | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 4 | | | | | | | | | |
| 3. 1.50-2.55 m | S - 2 | Light brown to chocolate brown, soft, plastic, contain sand and silt, completely weathered - Residual Soil | | | | | | | | |
| 4. 2.55-3.00 m | SPT #2 | <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Depth</u></th> <th><u>No. of Blows</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | 0-15 cm | 3 | 15-30 cm | 4 | 30-45 cm | 6 |
| <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 3 | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 4 | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 6 | | | | | | | | | |
| 5. 3.00-4.05 m | S - 3 | Light brown, soft, plastic, completely weathered, contain sand - Residual Soil | | | | | | | | |

| | | | | |
|----|-------------|--------|---|---------------------|
| 6. | 4.05-4.50 m | SPT #3 | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
| | | | 0-15 cm | 5 |
| | | | 15-30 cm | 5 |
| | | | 30-45 cm | 7 |
| 7. | 4.50-4.90 m | S - 4 | Light brown, soft, plastic, completely weathered, contain sand and weathered pebble - Residual Soil | |
| 8. | 4.90-5.05 m | SPT #4 | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
| | | | 0-15 cm | 64 |

DESCRIPTIVE LOG
FOR
SPT #4

Logged by: Juan C. Fernandez
Manalo Pandez

Northing - - - - -
 Easting - - - - -
 Elevation - - - - - 218.50
 Actual Depth - - - - - 2.18 m
 Depth of Water Table - - - - -
 Dia. of Split Spoon - - - - -
 Inside Length of Split Spoon - - - - - 45 cm
 Length of Run for Coring - - - - - 1.05 m
 Length of Run for SPT - - - - - 45 cm
 Date Started - - - - - Aug. 23, 1987
 Date Completed - - - - - Aug. 23, 1987
 Drilled by - - - - -

| <u>DEPTH/ELEVATION</u> | <u>CORE NO.</u> | <u>REMARKS</u> | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|---|--------------|---------------------|---------|----|----------|---|----------|----|
| 1. 0.00-1.05 m | S - 1 | a) 0.00-0.10 m - Light brown, soft, plastic, completely, weathered - Residual Soil b) 0.10-1.05 m - Highly weathered, whitish brown, soft, polycritic andesite | | | | | | | | |
| 2. 1.05-1.50 m | SPT #1 | <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Depth</u></th> <th><u>No. of Blows</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>17</td> </tr> </tbody> </table> | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | 0-15 cm | 7 | 15-30 cm | 7 | 30-45 cm | 17 |
| <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 7 | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 7 | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 17 | | | | | | | | | |
| 3. 1.50-2.05 m | S - 2 | Whitish brown, highly weathered (W-5), soft - Polyritic Andesite | | | | | | | | |
| 4. 2.05-2.18 m | SPT #2 | <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Depth</u></th> <th><u>No. of Blows</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-13 cm</td> <td>64</td> </tr> </tbody> </table> | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | 0-13 cm | 64 | | | | |
| <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | | | | | | | | | |
| 0-13 cm | 64 | | | | | | | | | |

DESCRIPTIVE LOG
FOR
SPT #5

Logged by: Juan C. Fernandez
Manalo Pandez

Northing - - - - -
 Easting - - - - -
 Elevation - - - - - 212.30
 Actual Depth - - - - - 11.90 m
 Depth of Water Table - - - - -
 Dia. of Split Spoon - - - - -
 Inside Length of Split Spoon - - - - - 45cm
 Length of Run for Coring - - - - - 1.05cm
 Length of Run for SPT - - - - - 45cm
 Date Started - - - - - Sept. 25, 1987
 Date Completed - - - - - Sept. 28, 1987
 Drilled by - - - - -

| <u>DEPTH/ELEVATION</u> | <u>CORE NO.</u> | <u>REMARKS</u> | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|--|--------------|---------------------|---------|---|----------|---|----------|---|
| 1. 0.00 - 1.05 m | S - 1 | Light brown, plastic, soft, composition: 85% clay, 10% sand and 5% gravel-clay with sand and gravel | | | | | | | | |
| 2. 1.05 - 1.50 | SPT #1 | <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Depth</u></th> <th><u>No. of Blows</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | 0-15 cm | 2 | 15-30 cm | 2 | 30-45 cm | 3 |
| <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 2 | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 2 | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 3 | | | | | | | | | |
| 3. 1.50 - 2.55 m | S - 2 | Light gray, soft, wet, composition - 60% sand, 37% clay and 3% gravel-clayey sand with gravel | | | | | | | | |
| 4. 2.55 - 3.00 m | SPT #2 | <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Depth</u></th> <th><u>No. of Blows</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | 0-15 cm | 7 | 15-30 cm | 7 | 30-45 cm | 6 |
| <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 7 | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 7 | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 6 | | | | | | | | | |
| 5. 3.00 - 4.05 m | S - 3 | Light gray, soft, composition: 90% sand, 6% gravel and 4% clay-sand with gravel and clay | | | | | | | | |

| | | | |
|---------------------|--------|---|---------------------|
| 6. 4-05 - 4.50 | SPT #3 | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
| | | 0-15 cm | 6 |
| | | 15-30 cm | 5 |
| | | 30-45 cm | 6 |
| 7. 4.50 - 5.55 m | S - 4 | Light gray, soft, composition: 90% sand, 70% gravel, 3% clay-sand with gravel and clay | |
| 8. 5.55 - 6.00 m | SPT #4 | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
| | | 0-15 cm | 3 |
| | | 15-30 cm | 3 |
| | | 30-45 cm | 6 |
| 9. 6.00 - 7.05 m | S - 5 | Light gray, very loose, composition - 80% gravel, 20% sand - sandy gravel | |
| 10. 7.05 - 7.50 m | SPT #5 | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
| | | 0-15 cm | 6 |
| | | 15-30 cm | 6 |
| | | 30-45 cm | 9 |
| 11. 7.50 - 8.55 m | S - 6 | Chocolate brown, soft, wet, composition - 92% clay, 5% gravel, 30% sand - clay with gravel and sand | |
| 12. 8.55 - 9.00 m | SPT #6 | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
| | | 0-15 cm | 6 |
| | | 15-30 cm | 15 |
| | | 30-45 cm | 18 |
| 13. 9.00 - 10.05 m | S - 7 | Light brown with white spot, soft, plastic, completely weathered - clay (residual clay) | |
| 14. 10-05 - 10.50 m | SPT #7 | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
| | | 0-15 cm | 7 |
| | | 15-30 cm | 35 |
| | | 30-45 cm | 35 |
| 15. 10.50 - 11.00 m | S - 8 | Light brown to dark brown with white spot, soft, plastic, wet completely weathered-clay (residual clay) | |
| 16. 11.00 - 11.45 m | SPT #8 | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
| | | 0-15 cm | 13 |
| | | 15-30 cm | 18 |
| | | 30-45 cm | 27 |
| 17. 11.45 - 11.75 | S - 9 | Light brown with white spot, soft, plastic, completely weathered clay (residual clay) | |

18. 11.75 - 11.90 m

SPT #9

Depth
0-15 cm

No. of Blows
65

DESCRIPTIVE LOG
FOR
SPT #6

Logged by: Juan C. Fernandez
Manalo Pandez

Northing - - - - -
 Easting - - - - -
 Elevation - - - - - 223.50
 Actual Depth - - - - - 9.77 m
 Depth of Water Table - - - - -
 Dia. of Split Spoon - - - - -
 Inside Length of Split Spoon - - - - - 45 cm
 Length of Run for Coring - - - - - 1.05 cm
 Length of Run for SPT - - - - - 45 cm
 Date Started - - - - - Sept. 30, 1987
 Date Completed - - - - - Sept. 30, 1987
 Drilled by - - - - - NPC

| <u>DEPTH/ELEVATION</u> | <u>CORE NO.</u> | <u>REMARKS</u> |
|------------------------|-----------------|--|
| 1. 0.00 - 1.05 m | S - 1 | Light brown, soft, plastic, contain sand and pebbles, talus |
| 2. 1.05 - 1.50 m | SPT #1 | <u>Depth</u> <u>No. of Blows</u> |
| | | 0-15 cm 1 |
| | | 15-30 cm 3 |
| | | 30-45 cm 3 |
| 3. 1.50 - 2.55 m | S - 2 | Chocolate brown, soft, plastic, contain sand and silt - residual soil |
| 4. 2.55 - 3.00 m | SPT #2 | <u>Depth</u> <u>No. of Blows</u> |
| | | 0-15 cm 2 |
| | | 15-30 cm 3 |
| | | 30-45 cm 4 |
| 5. 3.00 - 4.05 m | S - 3 | Light gray to brownish gray, soft, contain gravel and sand - residual soil |
| 6. 4.05 - 4.50 m | SPT #3 | <u>Depth</u> <u>No. of Blows</u> |
| | | 0-15 cm 3 |
| | | 15-30 cm 4 |
| | | 30-45 cm 8 |

| | | | | |
|-----|---------------|--------|---|---------------------|
| 7. | 4.50 - 5.55 m | S - 4 | Chocolate brown, soft, plastic, contain gravel and sand - residual soil | |
| 8. | 5.55 - 6.00 m | SPT #4 | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
| | | | 0-15 cm | 4 |
| | | | 15-30 cm | 6 |
| | | | 30-45 cm | 10 |
| 9. | 6.00 - 7.05 m | S - 5 | Dark gray, soft, contain sand, wet - mud | |
| 10. | 7.05 - 7.50 m | SPT #5 | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
| | | | 0-15 cm | 8 |
| | | | 15-30 cm | 11 |
| | | | 30-45 cm | 12 |
| 11. | 7.50 - 8.55 m | S - 6 | Chocolate brown, soft, highly weathered - residual clay | |
| 12. | 8.55 - 9.00 m | SPT #6 | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
| | | | 0-15 cm | 10 |
| | | | 15-30 cm | 35 |
| | | | 30-45 cm | 33 |
| 13. | 9.00 - 9.64 m | S - 7 | Light gray, moderately weathered - andesite | |
| 14. | 9.64 - 9.77 m | SPT #7 | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
| | | | 0.13 cm | 75 |

DESCRIPTIVE LOG
FOR
SPT #7

Logged by: Juan C. Fernandez
Manalo Pandez

Northing - - - - -
 Easting - - - - -
 Elevation - - - - -
 Actual Depth - - - - - 13.63 m
 Depth of Water Table - - - - - 85 cm
 Dia. of Split Spoon - - - - - 4.00 cm
 Inside Length of Split Spoon - - - - - 45 cm
 Length of Run for Coring - - - - - 1.05 cm
 Length of Run for SPT - - - - - 45 cm
 Date Started - - - - - Aug. 5, 1987
 Date Completed - - - - - Aug. 8, 1987
 Drilled by - - - - - NPC

| <u>DEPTH/ELEVATION</u> | <u>CORE NO.</u> | <u>REMARKS</u> |
|------------------------|-----------------|--|
| 1. 0.00 - 1.05 m | S - 1 | Light gray to gray, hard, composition - 60% gravel, 35% sand, 5% clay sandy gravel with clay (Filling Materials) |
| 2. 1.05 - 1.50 m | SPT #1 | <u>Depth</u> <u>No. of Blows</u> |
| | | 0-15 cm 14 |
| | | 15-30 cm 9 |
| | | 30-45 cm 6 |
| 3. 1.50 - 2.55 m | S - 2 | Light gray to light brown, soft, plastic, composition: 60% clay, 40% sand- sandy clay |
| 4. 2.55 - 3.00 m | SPT #2 | <u>Depth</u> <u>No. of Blows</u> |
| | | 0-15 cm 12 |
| | | 15-30 cm 12 |
| | | 30-45 cm 17 |
| 5. 3.00 - 4.05 m | S - 3 | Dark brown, very soft, plastic, composition: clay - 60%, 35% sand, 5% gravel - sandy clay with gravel |

| 6. | 4.05 - 4.50 m | SPT #3 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Depth</th> <th>No. of Blows</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> | Depth | No. of Blows | 0-15 cm | 3 | 15-30 cm | 2 | 30-45 cm | 3 |
|----------|-----------------|--------|---|-------|--------------|---------|----|----------|----|----------|----|
| Depth | No. of Blows | | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 3 | | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 2 | | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 3 | | | | | | | | | | |
| 7. | 4.50 - 5.55 m | S - 4 | Light gray to light brown, very soft, plastic, composition: 70% clay, 25% sand, 5% gravel-sandy clay with gravel | | | | | | | | |
| 8. | 5.55 - 6.00 m | SPT #4 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Depth</th> <th>No. of Blows</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> | Depth | No. of Blows | 0-15 cm | 3 | 15-30 cm | 3 | 30-45 cm | 4 |
| Depth | No. of Blows | | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 3 | | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 3 | | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 4 | | | | | | | | | | |
| 9. | 6.00 - 7.05 m | S - 5 | Light brown, very soft, highly plastic, composition: 70% clay, 30% sand-sandy clay | | | | | | | | |
| 10. | 7.05 - 7.50 m | SPT #5 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Depth</th> <th>No. of Blows</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> | Depth | No. of Blows | 0-15 cm | 7 | 15-30 cm | 4 | 30-45 cm | 4 |
| Depth | No. of Blows | | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 7 | | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 4 | | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 4 | | | | | | | | | | |
| 11. | 7.50 - 8.55 m | S - 6 | Light gray, soft, plastic, 65% clay, 30% sand, 5% gravel sandy clay with gravel | | | | | | | | |
| 12. | 8.55 - 9.00 m | SPT #6 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Depth</th> <th>No. of Blows</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> | Depth | No. of Blows | 0-15 cm | 4 | 15-30 cm | 3 | 30-45 cm | 5 |
| Depth | No. of Blows | | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 4 | | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 3 | | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 5 | | | | | | | | | | |
| 13. | 9.00 - 10.05 m | S - 7 | Light brown, soft, plastic, composition: 60% clay, 30% sand, 10% gravel-sandy clay with gravel | | | | | | | | |
| 14. | 10.05 - 10.50 m | SPT #7 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Depth</th> <th>No. of Blows</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> | Depth | No. of Blows | 0-15 cm | 4 | 15-30 cm | 5 | 30-45 cm | 4 |
| Depth | No. of Blows | | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 4 | | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 5 | | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 4 | | | | | | | | | | |
| 15. | 10.50 - 11.55 m | S - 8 | Light brown, soft, plastic, composition: 60% clay, 38% sand, 2% gravel | | | | | | | | |
| 16. | 11.55 - 12.00 m | SPT #8 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Depth</th> <th>No. of Blows</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>13</td> </tr> </tbody> </table> | Depth | No. of Blows | 0-15 cm | 14 | 15-30 cm | 10 | 30-45 cm | 13 |
| Depth | No. of Blows | | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 14 | | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 10 | | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 13 | | | | | | | | | | |

17. 12.00 - 13.05 m

S - 9

Light brown, soft, plastic, composition: 60% clay, 30% sand, 10% gravel sandy clay with gravel

18. 13.05 - 13.50 m

SPT #9

| <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
|--------------|---------------------|
| 0-15 cm | 19 |
| 15-30 cm | 13 |
| 30-45 cm | 40 |

19. 13.50 - 13.63 m

SPT #10

| <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
|--------------|---------------------|
| 0-13 cm | 70 blows |

DESCRIPTIVE LOG
FOR
SPT #8

Logged by: Juan C. Fernandez
Manalo Pandez

Northing - - - - -
 Easting- - - - -
 Elevation - - - - -
 Actual Depth - - - - - 9.00 m
 Depth of Water Table - - - - -
 Dia. of Split Spoon - - - - - 4.0 cm
 Inside Length of Split Spoon - - - - - 45 cm
 Length of Run for Coring - - - - - 1.05 m
 Length of Run for SPT- - - - - 45 cm
 Date Started - - - - - Aug. 11, 1987
 Date Completed - - - - - Aug. 12, 1987
 Drilled by - - - - - NPC

| <u>DEPTH/ELEVATION</u> | <u>CORE NO.</u> | <u>REMARKS</u> | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|--|--------------|---------------------|---------|---|----------|---|----------|---|
| 1. 0.00 - 1.05 m | S - 1 | Light brown, soft, plastic, composition: 60% clay, 38% sand, 2% gravel - sandy clay with gravel | | | | | | | | |
| 2. 1.05 - 1.50 m | SPT #1 | <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Depth</u></th> <th><u>No. of Blows</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | 0-15 cm | 1 | 15-30 cm | 2 | 30-45 cm | 3 |
| <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 1 | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 2 | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 3 | | | | | | | | | |
| 3. 1.50 - 2.55 m | S - 2 | Light brown to chocolate brown, plastic, soft, composition: 60% clay, 38% sand, 2% gravel-sandy clay with gravel | | | | | | | | |
| 4. 2.55 - 3.00 m | SPT #2 | <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Depth</u></th> <th><u>No. of Blows</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | 0-15 cm | 3 | 15-30 cm | 4 | 30-45 cm | 5 |
| <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 3 | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 4 | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 5 | | | | | | | | | |
| 5. 3.00 - 4.05 m | S - 3 | Chocolate brown, plastic, soft, composition: 70% clay, 28% sand, 2% gravel sandy clay with gravel | | | | | | | | |

| 6. | 4.05 - 4.50 m | SPT #3 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Depth</th> <th>No. of Blows</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>12</td> </tr> </tbody> </table> | Depth | No. of Blows | 0-15 cm | 6 | 15-30 cm | 8 | 30-45 cm | 12 |
|----------|---------------|--------|---|-------|--------------|---------|----|----------|----|----------|----|
| Depth | No. of Blows | | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 6 | | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 8 | | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 12 | | | | | | | | | | |
| 7. | 4.50 - 5.55 m | S - 4 | Dark brown, plastic, soft, composition: 90% clay, 10% sand-clay with sand grains | | | | | | | | |
| 8. | 5.55 - 6.00 m | SPT #4 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Depth</th> <th>No. of Blows</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>24</td> </tr> </tbody> </table> | Depth | No. of Blows | 0-15 cm | 23 | 15-30 cm | 21 | 30-45 cm | 24 |
| Depth | No. of Blows | | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 23 | | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 21 | | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 24 | | | | | | | | | | |
| 9. | 6.00 - 7.05 m | S - 5 | Dark brown to reddish brown, soft to very soft, highly plastic to plastic composition: 98% clay, 2% sand - <u>clay with appreciable sand</u> | | | | | | | | |
| 10. | 7.05 - 7.50 m | SPT #5 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Depth</th> <th>No. of Blows</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>44</td> </tr> </tbody> </table> | Depth | No. of Blows | 0-15 cm | 31 | 15-30 cm | 32 | 30-45 cm | 44 |
| Depth | No. of Blows | | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 31 | | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 32 | | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 44 | | | | | | | | | | |
| 11. | 7.50 - 8.55 m | S - 6 | Dark brown to reddish brown, soft to very soft, highly plastic to plastic, composition: 98% clay, 2% sand - clay with appreciable sand | | | | | | | | |
| 12. | 8.55 - 9.00 | SPT #7 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Depth</th> <th>No. of Blows</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>30-45</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table> | Depth | No. of Blows | 0-15 cm | 25 | 15-30 cm | 45 | 30-45 | 60 |
| Depth | No. of Blows | | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 25 | | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 45 | | | | | | | | | | |
| 30-45 | 60 | | | | | | | | | | |

DESCRIPTIVE LOG
FOR
SPT #9

Logged by: Juan C. Fernandez
Manalo Pandez

Northing - - - - -
 Easting - - - - -
 Elevation - - - - -
 Actual Depth - - - - - 1.25 m
 Depth of Water Table - - - - -
 Dia. of Split Spoon - - - - - 4.0 cm
 Inside Length of Split Spoon - - - - - 45 cm
 Length of Run for Coring - - - - - 1.05 m
 Length of Run for SPT - - - - - 45 cm
 Date Started - - - - - Aug. 27, 1987
 Date Completed - - - - - Aug. 27, 1987
 Drilled by - - - - - NPC

| <u>DEPTH/ELEVATION</u> | <u>CORE NO.</u> | <u>REMARKS</u> | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|--|--------------|---------------------|---------|---|----------|---|----------|---|
| 1. 0.00 - 1.05 m | S - 1 | Dark brown, soft, plastic, rich in organic materials, composition: 75% clay, 10% sand, 5% gravel (pebble - 20 cm), clay with sand & gravel Light brown, soft, plastic, composition: 85% clay, 10% sand, 5% gravel - clay with sand and gravel | | | | | | | | |
| 2. 1.05 - 1.50 m | SPT #1 | <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Depth</u></th> <th><u>No. of Blows</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | 0-15 cm | 1 | 15-30 cm | 2 | 30-45 cm | 3 |
| <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 1 | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 2 | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 3 | | | | | | | | | |
| 3. 1.50 - 2.55 m | S - 2 | Light brown, soft, plastic, composition: 85% clay, 10% sand, 5% gravel - clay with sand and gravel | | | | | | | | |
| 4. 2.55 - 3.00 m | SPT #2 | <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Depth</u></th> <th><u>No. of Blows</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table> | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | 0-15 cm | 2 | 15-30 cm | 3 | 30-45 cm | 7 |
| <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 2 | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 3 | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 7 | | | | | | | | | |

5. 3.00 - 3.12 m S - 3 Chocolate brown, highly plastic, soft, composition: 98% clay, 8% sand, clay with sand

6. 0.00 - 1.05 m S - 1 Upper 11.5 cm -
Light brown, hard, clay, composition: clay 80%, sand 15%, gravel 5% residual clay (sandy clay with gravel)
Bottom - dark brown with iron stain, hard, highly weathered, broken cores - andesite

7. 1.05 - 1.25 m spt 31

| <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> |
|--------------|---------------------|
| 0-15 cm | 89 |
| 15-20 cm | 70 |

DESCRIPTIVE LOG
FOR
SPT #10

Logged by: Juan C. Fernandez
Manalo Pandez

Northing - - - - -
 Easting - - - - -
 Elevation - - - - -
 Actual Depth - - - - - 2.93 m
 Depth of Water Table - - - - -
 Dia. of Split Spoon - - - - - 4.0 cm
 Inside Length of Split Spoon - - - - - 45 cm
 Length of Run for Coring - - - - - 1.05 m
 Length of Run for SPT - - - - - 45 cm
 Date Started - - - - - Aug. 27, 1987
 Date Completed - - - - - Aug. 27, 1987
 Drilled by - - - - - NPC

| <u>DEPTH/ELEVATION</u> | <u>CORE NO.</u> | <u>REMARKS</u> | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|---|--------------|---------------------|---------|----|----------|----|----------|----|
| 1. 0.00 - 1.05 m | S - 1 | Light brown, soft, composition: clay, 65%; sand, 25%; gravel, 10% Transported materials | | | | | | | | |
| 2. 1.05 - 1.50 m | SPT #1 | <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Depth</u></th> <th><u>No. of Blows</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>30-45 cm</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table> | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | 0-15 cm | 1 | 15-30 cm | 2 | 30-45 cm | 2 |
| <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 1 | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 2 | | | | | | | | | |
| 30-45 cm | 2 | | | | | | | | | |
| 3. 1.50-2.55 m | S - 2 | Light Brown, soft, plastic, composition: clay, 70%; sand, 25%; gravel, 5% Residual sandy clay with gravel | | | | | | | | |
| 4. 2.55 - 2.93 m | SPT #2 | <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Depth</u></th> <th><u>No. of Blows</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-15 cm</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>15-30 cm</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>30-38 cm</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table> | <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | 0-15 cm | 15 | 15-30 cm | 53 | 30-38 cm | 60 |
| <u>Depth</u> | <u>No. of Blows</u> | | | | | | | | | |
| 0-15 cm | 15 | | | | | | | | | |
| 15-30 cm | 53 | | | | | | | | | |
| 30-38 cm | 60 | | | | | | | | | |

Fig. A4.1 Graphical Logs of Boring
Investigations Undertaken by NAPOCOR

BOREHOLE NO. 103 N- _____ E- _____ TYPE OF DRILLING _____ CONTRACTOR _____
 LOCATION Panay, Iloilo ELEV. (COLLAR) 252 (GROUND) _____
 INCLINATION V DRILLING MACHINE _____
 DIRECTION _____ STARTED ON _____
 LOGGED BY _____ TOTAL DEPTH 60.5 m. ENDED ON _____ SCALE: _____

SPT # 10
 SPT # 9
 SPT # 8
 SPT # 7
 SPT # 6
 SPT # 5
 SPT # 4
 SPT # 3
 SPT # 2
 SPT # 1

| DEPTH (m.) | ELEVATION (m.) | CORE BOREHOLE | CASING # | WATER TABLE (m.) | SOIL TEST SPT N VALUES | WEATHERING | HARDNESS | JOINTING | JOINT ROUGHNESS | CORE/MATERIAL RECOVERY % | ROCK QUALITY DESIGNATION % | WPT RESULTS | | | | DESCRIPTION AND REMARKS | GRAPHICAL PROFILE |
|------------|----------------|---------------|----------|------------------|------------------------|------------|----------|----------|-----------------|--------------------------|----------------------------|-------------|----|----|----|---|-------------------|
| | | | | | | | | | | | | 5 | 10 | 15 | 20 | | |
| 1.05 | | | | | | | | | | | | | | | | Light Brown, soft, plastic wet, - Residual soil (Sandy clay w/ gravel) | |
| 1.80 | | | | | | | | | | | | | | | | Light gray, soft, plastic, with organic matter. Residual sandy clay w/ gravel | |
| 2.55 | | | | | | | | | | | | | | | | Light Brown, highly weathered. Highly weathered, soft. Andesite | |
| 2.75 | | | | | | | | | | | | | | | | Light Brown, hard, composed of 50% clay, 5% sand, 5% gravel. Residual clay sandy clay, w/ gravel | |
| 1.05 | | | | | | | | | | | | | | | | Dark Brown w/ Iron stain. Highly weathered. Andesite | |
| 1.25 | | | | | | | | | | | | | | | | Light Brown, soft, composed of 50% clay, 25% sand, 10% gravel. Truncated materials | |
| 1.05 | | | | | | | | | | | | | | | | Light Brown, soft, plastic; composition - 70% clay, 15% sand, 15% gravel. Residual sandy clay w/ gravel | |
| 1.25 | | | | | | | | | | | | | | | | Dark brown w/ Iron stain. Highly weathered, hard, soft. Andesite | |

| WEATHERING | HARDNESS | ABBREVIATIONS | JOINT ROUGHNESS | TYPE OF SAMPLING |
|--------------------------|--|---------------------------------|-------------------|----------------------|
| W-1 FRESH | H-1 SOFT (Easily broken by fingers) | L _u - LUZEON UNIT | R - ROUGH | UNDISTURBED SAMPLING |
| W-2 SLIGHTLY WEATHERED | H-2 SLIGHTLY HARD (Hardly squeezed by fingers) | WPT - WATER PRESSURE TEST | S - SMOOTH | DISTURBED SAMPLING |
| W-3 MODERATELY WEATHERED | H-3 MEDIUM HARD (Edges hardly broken by fingers) | SPT - STANDARD PENETRATION TEST | SL - SLICKENSIDED | SAMPLE / CORE |
| W-4 HEAVILY WEATHERED | H-4 HARD (Deed sound, easily broken by hammer) | % CORE/MATERIAL RECOVERY | | |
| W-5 COMPLETELY WEATHERED | H-5 VERY HARD (Metallic sound hardly broken by hammer) | ■ CORE | | |
| | | ▣ MATERIAL | | |

| JOINTING | LEGEND: LITHOLOGY | NATIONAL POWER CORPORATION TECHNICAL SERVICES DEPARTMENT GEOLOGY & GEOTECHNICS SERVICES DIVISION |
|---|--------------------------|---|
| J-1 LESS THAN 1 JOINT/M. - SLIGHTLY JOINTED | <input type="checkbox"/> | BY DATE SUBMITTED: DRAFTED _____ CHECKED _____ REVIEWED _____ APPROVED: ROMEO M. PULANCO Manager, Geology & Geotechnics |
| J-2 2 TO 5 JOINTS/M. - JOINTED | <input type="checkbox"/> | |
| J-3 6 TO 10 JOINTS/M. - STRONGLY JOINTED | <input type="checkbox"/> | |
| J-4 11 TO 20 JOINTS/M. - EXTREMELY JOINTED | <input type="checkbox"/> | |
| J-5 MORE THAN 20 JOINTS/M. - CRUSHED | <input type="checkbox"/> | |

BOREHOLE NO. SPT#15 N- _____ E- _____ TYPE OF DRILLING _____ CONTRACTOR _____
 LOCATION _____ ELEV. (COLLAR) _____ (GROUND) _____
 INCLINATION _____ DRILLING MACHINE _____
 DIRECTION _____ STARTED ON _____
 LOGGED BY JCT/WRP TOTAL DEPTH _____ ENDED ON _____ SCALE: _____

| DEPTH (m.) | ELEVATION (m.) | CORE SAMPLE # | CASINO # | WATER TABLE (m.) | SOIL TEST SPT N VALUES | TYPE OF SAMPLING | WEATHERING | HARDNESS | JOINTING | JOINT ROUGHNESS | CORE/MATERIAL RECOVERY % | ROCK QUALITY DESIGNATION | WPT RESULTS | | | | DESCRIPTION AND REMARKS | GRAPHICAL PROFILE |
|------------|----------------|---------------|----------|------------------|------------------------|------------------|------------|----------|----------|-----------------|--------------------------|--------------------------|-------------|----|----|---|-------------------------|-------------------|
| | | | | | | | | | | | | | 5 | 10 | 15 | 20 | | |
| 1.05 | | | | | | | | | | | | | | | | Light brown, plastic, soft, w/sand and gravel | | |
| 1.60 | | | | | | | | | | | | | | | | Light gray, soft, wet; composition - 60% sand, 27% clay, 3% gravel - clayey sand w/ gravel | | |
| 2.95 | | | | | | | | | | | | | | | | Light gray, soft; composition: 90% sand, 6% gravel, and 4% clay - sand w/ gravel and clay | | |
| 4.15 | | | | | | | | | | | | | | | | Light gray, very loose; composition - 80% gravel, 20% sand - sandy gravel | | |
| 4.90 | | | | | | | | | | | | | | | | chocolate brown, soft, wet; composition - 92% clay; 5% gravel and 3% sand - clay w/ gravel and sand | | |
| 5.35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.65 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | |
|--------------------------|--|--|------------------------|-------------------------|
| WEATHERING | HARDNESS | ABBREVIATIONS | JOINT ROUGHNESS | TYPE OF SAMPLING |
| W-1 FRESH | H-1 SOFT (Easily broken by fingers) | Lu - LUIGON UNIT | R - ROUGH | UNDISTURBED SAMPLING |
| W-2 SLIGHTLY WEATHERED | H-2 SLIGHTLY HARD (Hardly abraded by fingers) | WPT - WATER PRESSURE TEST | S - SMOOTH | DISTURBED SAMPLING |
| W-3 MODERATELY WEATHERED | H-3 MEDIUM HARD (Edges hardy broken by fingers) | SPT - STANDARD PENETRATION TEST | SL - SLICKERSIDED | SAMPLE / CORE |
| W-4 HEAVY WEATHERED | H-4 HARD (Dead sound, easily broken by hammer) | % CORE/MATERIAL RECOVERY | | |
| W-5 COMPLETELY WEATHERED | H-5 VERY HARD (Metallic sound hardly broken by hammer) | <input checked="" type="checkbox"/> CORE <input checked="" type="checkbox"/> MATERIAL | | |

| | | | |
|---|--------------------------|--|------|
| JOINTING | LEGEND: | NATIONAL POWER CORPORATION TECHNICAL SERVICES DEPARTMENT GEOLOGY & GEOTECHNICAL SERVICES DIVISION | |
| J-1 LESS THAN 1 JOINT/M. - SLIGHTLY JOINTED | LITHOLOGY | BY | DATE |
| J-2 2 TO 5 JOINTS/M. - JOINTED | <input type="checkbox"/> | | |
| J-3 6 TO 10 JOINTS/M. - STRONGLY JOINTED | <input type="checkbox"/> | | |
| J-4 11 TO 20 JOINTS/M. - EXTREMELY JOINTED | <input type="checkbox"/> | | |
| J-5 MORE THAN 20 JOINTS/M. - CRUSHED | <input type="checkbox"/> | | |
| | | SUBMITTED: | |
| | | RECOMMENDED: | |
| | | APPROVED: ROMEO M. PULANCO | |
| | | Manager, Geology & Geotechnical | |

BOREHOLE NO. SPT 135 N- _____ E- _____ TYPE OF DRILLING _____ CONTRACTOR _____
 LOCATION _____ ELEV. (COLLAR) _____ (GROUND) _____
 INCLINATION _____ DRILLING MACHINE _____
 DIRECTION _____ STARTED ON _____
 LOGGED BY _____ TOTAL DEPTH _____ ENDED ON _____ SCALE: _____

| DEPTH (m.) | ELEVATION (m.) | CORE BARREL # | CASING # | WATER TABLE (m.) | SOIL TEST SPT N VALUES | TYPE OF SAMPLING | WEATHERING | HARDNESS | JOINTING | JOINT ROUGHNESS | CORE/MATERIAL RECOVERY % | ROCK QUALITY DESIGNATION % | WPT RESULTS | | | | | DESCRIPTION AND REMARKS | GRAPHICAL PROFILE |
|------------|----------------|---------------|----------|------------------|------------------------|------------------|------------|----------|----------|-----------------|--------------------------|----------------------------|-------------|---|----|----|----|--|-------------------|
| | | | | | | | | | | | | | 3 | 5 | 10 | 15 | 20 | | |
| 12.65 | | | | | | | | | | | | | | | | | | Light brown to dark brown, plastic soft, highly to completely weathered and/or and/or weak... Residual clay | |
| 12.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| WEATHERING | | HARDNESS | | ABBREVIATIONS | | JOINT ROUGHNESS | | TYPE OF SAMPLING | |
|------------|----------------------|----------|---|---------------|---------------------------|-----------------|--------------|------------------|----------------------|
| W-1 | FRESH | H-1 | SOFT (Easily broken by fingers) | Lv | LUDEON UNIT | R | ROUGH | | UNDISTURBED SAMPLING |
| W-2 | SLIGHTLY WEATHERED | H-2 | SLIGHTLY HARD (Hardly squeezed by fingers) | WPT | WATER PRESSURE TEST | S | SMOOTH | | DISTURBED SAMPLING |
| W-3 | MODERATELY WEATHERED | H-3 | MEDIUM HARD (Edges hardly broken by fingers) | SPT | STANDARD PENETRATION TEST | SL | SLICKENSIDED | | SAMPLE / CORE |
| W-4 | HIGHLY WEATHERED | H-4 | HARD (Does sound, easily broken by hammer) | % | CORE/MATERIAL RECOVERY | | | | |
| W-5 | COMPLETELY WEATHERED | H-5 | VERY HARD (Metallic sound, hardly broken by hammer) | | CORE | | | | |
| | | | | | MATERIAL | | | | |

| JOINTING | | LEGEND: | | NATIONAL POWER CORPORATION | | | |
|----------|---|--------------------------|--------------------------|---|--|--|--|
| J-1 | LESS THAN 1 JOINT/M. - SLIGHTLY JOINTED | LITHOLOGY | | TECHNICAL SERVICES DEPARTMENT | | | |
| J-2 | 2 TO 5 JOINTS/M. - JOINTED | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | GEOLOGY & GEOTECHNICS SERVICES DIVISION | | | |
| J-3 | 6 TO 10 JOINTS/M. - STRONGLY JOINTED | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | BY DATE SUBMITTED: | | | |
| J-4 | 11 TO 20 JOINTS/M. - EXTREMELY JOINTED | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | GEOLOGICAL CHECKED REVIEWED | | | |
| J-5 | MORE THAN 20 JOINTS/M. - CRUSHED | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | APPROVED: ROMEO M. PULANCO | | | |
| | | | | MAPPING, RECORDS & ADMINISTRATION | | | |

BOREHOLE NO. SPITHO N- _____ E- _____ TYPE OF DRILLING _____ CONTRACTOR _____

LOCATION _____ ELEV. (COLLAR) 354 (GROUND) _____

INCLINATION 7 DRILLING MACHINE _____

DIRECTION _____ STARTED ON _____

LOGGED BY _____ TOTAL DEPTH 9.02 ENDED ON _____ SCALE: _____

| DEPTH (m.) | ELEVATION (m.) | CORE LABEL 'D' | CASING 'W' | WATER TABLE (m.) | SOIL TEST SPT N VALUES | WEATHERING | HARDNESS | JOINTING | JOINT ROUGHNESS | CORE/MATERIAL RECOVERY % | ROCK QUALITY DESIGNATION | WPT RESULTS | | | | DESCRIPTION AND REMARKS | GRAPHICAL PROFILE |
|------------|----------------|----------------|------------|------------------|------------------------|------------|----------|----------|-----------------|--------------------------|--------------------------|-------------|--------------------|----|----|---|-------------------|
| | | | | | | | | | | | | 5 | 10 | 15 | 20 | | |
| | | | | | | | | | | | | | kg/cm ² | | | | |
| 1.05 | | | | | | | | | | | | | | | | Light brown, soft, plastic, contain sand and gravel. Terlus - (Clay w/ sand and gravel) | |
| 1.50 | | | | | | | | | | | | | | | | chocolate brown, soft, plastic, contain sand and silt, clay w/ sand and silt | |
| 2.55 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.05 | | | | | | | | | | | | | | | | Light gray to brownish gray, to chocolate, soft, plastic, contain sand and gravel | |
| 4.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.55 | | | | | | | | | | | | | | | | chocolate brown, soft plastic, contain gravel and sand - Residual soil | |
| 6.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.05 | | | | | | | | | | | | | | | | Dark gray, soft, w/ sand, contain sand - mud w/ sand | |
| 7.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.55 | | | | | | | | | | | | | | | | Light gray to chocolate brown, soft, highly weathered - Residual clay | |
| 9.02 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|-----------------|---|--|-----------------|------------------|--|
| WEATHERING | | HARDNESS | | ABBREVIATIONS | | JOINT ROUGHNESS | TYPE OF SAMPLING | |
| W-1 FRESH | H-1 SOFT (Easily broken by fingers) | Lu - LUGEON UNIT | R - ROUGH | UNDISTURBED SAMPLING | | | | |
| W-2 SLIGHTLY WEATHERED | H-2 SLIGHTLY HARD (Hardly crushed by fingers) | WPT - WATER PRESSURE TEST | S - SMOOTH | DISTURBED SAMPLING | | | | |
| W-3 MODERATELY WEATHERED | H-3 MEDIUM HARD (Edges hardly broken by fingers) | SPI - STANDARD PENETRATION TEST | SL - SUCKERSIDE | SAMPLE / CORE | | | | |
| W-4 HEAVILY WEATHERED | H-4 HARD (Dead sound, easily broken by hammer) | % CORE/MATERIAL RECOVERY | | | | | | |
| W-5 COMPLETELY WEATHERED | H-5 VERY HARD (Metallic sound, hardly broken by hammer) | ☐ CORE ▨ MATERIAL | | | | | | |
| JOINTING | | LEGEND: LITHOLOGY | | NATIONAL POWER CORPORATION TECHNICAL SERVICES DEPARTMENT GEOLGY & GEOTECHNICS SERVICES DIVISION | | | | |
| J-1 LESS THAN 1 JOINT/M. - SLIGHTLY JOINTED | ☐ | SUBMITTED: _____ RECOMMENDED: _____ APPROVED: _____ ROMEO M. PULANCO GEOLGY, GEOTECHNICS & BIOMECHANICS | | | | | | |
| J-2 2 TO 5 JOINTS/M. - JOINTED | ☐ | | | | | | | |
| J-3 6 TO 10 JOINTS/M. - STRONGLY JOINTED | ☐ | | | | | | | |
| J-4 11 TO 20 JOINTS/M. - EXTREMELY JOINTED | ☐ | | | | | | | |
| J-5 MORE THAN 20 JOINTS/M. - CRUMBED | ☐ | | | | | | | |

BOREHOLE NO. CPH-107 N- _____ E- _____ TYPE OF DRILLING _____ CONTRACTOR _____

LOCATION Poorona ELEV. (COLLAR) 7.54 (GROUND) _____

INCLINATION ✓ DRILLING MACHINE _____

DIRECTION _____ STARTED ON _____

LOGGED BY _____ TOTAL DEPTH 60 m. ENDED ON _____ SCALE: _____

| DEPTH (m.) | ELEVATION (m.) | CORAL BEARING | CASING # | WATER TABLE (m.) | 60IL TEST SPT | | | | | TYPE OF SAMPLING | WEATHERING | HARDNESS | JOINTING | CORRELATION | JOINT ROUGHNESS | CORE/MATERIAL RECOVERY % | ROCK QUALITY DESIGNATION % | WPT RESULTS | | | | | DESCRIPTION AND REMARKS | GRAPHICAL PROFILE | |
|------------|----------------|---------------|----------|------------------|---------------|----|----|----|----|------------------|------------|----------|----------|-------------|-----------------|--------------------------|----------------------------|--------------------|---|---|----|----|---|-------------------|----|
| | | | | | N | 10 | 20 | 30 | 40 | | | | | | | | | 50 | 1 | 5 | 10 | 15 | | | 20 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | kg/cm ² | | | | | | | |
| 9.69 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Light gray moderately weathered, hard - Andesite. | | ^ |
| 9.77 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ^ |

| WEATHERING | | HARDNESS | | ABBREVIATIONS | | JOINT ROUGHNESS | | TYPE OF SAMPLING | |
|------------|----------------------|----------|---|---------------|---------------------------|-----------------|-------------|------------------|----------------------|
| W-1 | FRESH | H-1 | SOFT (Easily broken by fingers) | Lu | LUGEON UNIT | R | ROUGH | | UNDISTURBED SAMPLING |
| W-2 | SLIGHTLY WEATHERED | H-2 | SLIGHTLY HARD (Easily spalled by fingers) | WPT | WATER PRESSURE TEST | S | SMOOTH | | DISTURBED SAMPLING |
| W-3 | MODERATELY WEATHERED | H-3 | MEDIUM HARD (Edges barely broken by fingers) | SPT | STANDARD PENETRATION TEST | SL | SUCKERHOLED | | SAMPLE / CORE |
| W-4 | HEAVILY WEATHERED | H-4 | HARD (Dead sound, easily broken by hammer) | % | CORE/MATERIAL RECOVERY | | | | |
| W-5 | COMPLETELY WEATHERED | H-5 | VERY HARD (Metallic sound, barely broken by hammer) | ☒ | CORE | | | | |
| | | | | ☒ | MATERIAL | | | | |

| JOINTING | | LEGEND: LITHOLOGY | |
|----------|---|--------------------------|--|
| J-1 | LESS THAN 1 JOINT/M. - SLIGHTLY JOINTED | <input type="checkbox"/> | |
| J-2 | 1 TO 5 JOINTS/M. - JOINTED | <input type="checkbox"/> | |
| J-3 | 6 TO 10 JOINTS/M. - STRONGLY JOINTED | <input type="checkbox"/> | |
| J-4 | 11 TO 20 JOINTS/M. - EXTREMELY JOINTED | <input type="checkbox"/> | |
| J-5 | MORE THAN 20 JOINTS/M. - CRUSHED | <input type="checkbox"/> | |



NATIONAL POWER CORPORATION
TECHNICAL SERVICES DEPARTMENT
GEOLOGY & GEOTECHNICAL SERVICES DIVISION

| | | |
|----|------|--------------|
| BY | DATE | SUBMITTED: |
| | | |
| BY | DATE | RECOMMENDED: |
| | | |
| BY | DATE | APPROVED: |
| | | |

APPROVED: ROMEO M. PULANCO
MEMBER, GEOLOGY & GEOTECHNICAL

BOREHOLE NO. SPI-7 N- _____ E- _____ TYPE OF DRILLING _____ CONTRACTOR _____
 LOCATION _____ ELEV. (COLLAR) _____ (GROUND) _____
 INCLINATION _____ DRILLING MACHINE _____
 DIRECTION _____ STARTED ON _____
 LOGGED BY _____ TOTAL DEPTH _____ ENDED ON _____ SCALE :

| DEPTH (m.) | ELEVATION (m.) | CORE BARREL # CASING # | WATER TABLE (m.) | SOIL TEST SPT N VALUES | TYPE OF SAMPLING | WEATHERING | HARDNESS | JOINTING | JOINT SPACING | CORE/MATERIAL RECOVERY % | ROCK QUALITY DESIGNATION | WPT RESULTS | | | | DESCRIPTION AND REMARKS | GRAPHICAL LOG |
|------------|----------------|---------------------------|------------------|------------------------------|------------------|------------|----------|----------|---------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------|----|----|----|--|------------------|
| | | | | | | | | | | | | 0 | 10 | 15 | 20 | | |
| 1.05 | | | | | | | | | | | | | | | | Light gray to brown, hard, composition: 60% gravel, 35% sand, 5% clay - Sandy Gravel w/ clay (filling holes) | |
| 1.50 | | | | | | | | | | | | | | | | Light gray to light brown, soft, plastic, composition: 60% clay, 40% sand - Sandy Clay | |
| 2.55 | | | | | | | | | | | | | | | | Dark brown to light brown, soft to very soft, plastic, composition: 80% clay, 25% sand, 5% gravel - Sandy Clay with gravel | |
| 3.00 | | | | | | | | | | | | | | | | Light gray to light brown, very soft, plastic, composition: 70% clay, 25% sand, 5% gravel - Sandy clay w/ gravel | |
| 4.55 | | | | | | | | | | | | | | | | Light brown, very soft, highly plastic, composition - 70% clay, 30% sand - Sandy clay | |
| 4.8 | | | | | | | | | | | | | | | | Light gray, soft, plastic, composition: 65% clay, 30% sand, 5% gravel - Sandy clay w/ gravel | |
| 5.55 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.05 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.35 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| WEATHERING | | HARDNESS | | ABBREVIATIONS | | UNDISTURBED SAMPLING | |
|--------------------------|---|---------------------------------|-------------------|---|--|----------------------|--|
| W-1 FRESH | H-1 SOFT (Easily broken by fingers) | U - LUGEON UNIT | R - ROUGH |  UNDISTURBED SAMPLING  DISTURBED SAMPLING SAMPLE / CORE | | | |
| W-2 SLIGHTLY WEATHERED | H-2 SLIGHTLY HARD (Hardly impressed by fingers) | WPT - WATER PRESSURE TEST | S - SMOOTH | | | | |
| W-3 MODERATELY WEATHERED | H-3 MEDIUM HARD (Edges barely broken by fingers) | SPT - STANDARD PENETRATION TEST | SL - SLICKENSIDED | | | | |
| W-4 HIGHLY WEATHERED | H-4 HARD (Dead sound, easily broken by hammer) | % CORE/MATERIAL RECOVERY | | | | | |
| W-5 COMPLETELY WEATHERED | H-5 VERY HARD (Metallic sound, hardly broken by hammer) | CORE | | | | | |
| | | MATERIAL | | | | | |

| JOINTING | | LEGEND: | |
|---|--|-----------|--|
| J-1 LESS THAN 1 JOINT/M. - SLIGHTLY JOINTED | | LITHOLOGY | |
| J-2 1 TO 5 JOINTS/M. - JOINTED | | | |
| J-3 6 TO 10 JOINTS/M. - STRONGLY JOINTED | | | |
| J-4 11 TO 20 JOINTS/M. - EXTREMELY JOINTED | | | |
| J-5 MORE THAN 20 JOINTS/M. - CRUMBED | | | |

| NATIONAL POWER CORPORATION TECHNICAL SERVICES DEPARTMENT GEOLOGY & GEOTECHNICS SERVICES DIVISION | | | |
|--|------|--------------------------------|--|
| BY | DATE | SUBMITTED: | |
| DRIFTED | | RECOMMENDED: | |
| CHECKED | | APPROVED: | |
| GEOLOGIST | | ROMEO M. PULANCO | |
| GEOPHYSICIST | | Manager, Geology & Geotechnics | |
| GEOTECHNICS | | | |
| SHEET | | OF | |

BOREHOLE NO. SPT-740 N-____ E-____ TYPE OF DRILLING _____ CONTRACTOR _____
 LOCATION Palma Grande ELEV. (COLLAR) 211 (GROUND) _____
 INCLINATION V DRILLING MACHINE _____
 DIRECTION _____ STARTED ON _____
 LOGGED BY _____ TOTAL DEPTH 50 m. ENDED ON _____ SCALE: _____

| DEPTH (M.) | ELEVATION (M.) | CORE BARREL # | CASING # | WATER TABLE (M.) | SOIL TEST SPT. N VALUES | TYPE OF SAMPLING | WEATHERING | HARDNESS | JOINTING | JOINT ROUGHNESS | CORE/MATERIAL RECOVERY % | ROCK QUALITY DESIGNATION % | WPT RESULTS | | | | COLOR / CIRCULATION WATER | DESCRIPTION AND REMARKS | GRAPHICAL PROFILE |
|------------|----------------|---------------|----------|------------------|-------------------------|------------------|------------|----------|----------|-----------------|--------------------------|----------------------------|--------------------|----|----|----|---------------------------|--|-------------------|
| | | | | | | | | | | | | | 5 | 10 | 15 | 20 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | kg/cm ² | | | | | | |
| 10.05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | Light brown, soft plastic, composition: 60% clay, 30% sand, 10% gravel - sandy clay w/ gravel | |
| 10.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10.50 - 11.55 light brown, soft plastic composition 60% clay, 38% sand, 2% gravel, sandy w/ gravel | |
| 11.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | Light brown, soft plastic, composition: 60% clay, 30% sand, 10% gravel, sandy clay w/ gravel | |
| 13.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13.70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17.42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | |
|--------------------------|---|---------------------------------|------------------------|-------------------------|
| WEATHERING | HARDNESS | ABBREVIATIONS | JOINT ROUGHNESS | TYPE OF SAMPLING |
| W-1 FRESH | H-1 SOFT [Easily broken by fingers] | Lu - LUZON UNIT | R - ROUGH | UNDISTURBED SAMPLING |
| W-2 SLIGHTLY WEATHERED | H-2 SLIGHTLY HARD [Hardly squeezed by fingers] | WPT - WATER PRESSURE TEST | S - SMOOTH | DISTURBED SAMPLING |
| W-3 MODERATELY WEATHERED | H-3 MEDIUM HARD [Edges hardly broken by fingers] | SPT - STANDARD PENETRATION TEST | 3L - SLICKENSIDED | SAMPLE / CORE |
| W-4 HEAVILY WEATHERED | H-4 HARD [Dead sound, easily broken by hammer] | % CORE/MATERIAL RECOVERY | | |
| W-5 COMPLETELY WEATHERED | H-5 VERY HARD [Metallic sound, hardly broken by hammer] | CORE MATERIAL | | |

| | | | |
|---|--------------------------|---|------|
| JOINTING | LEGEND: | NATIONAL POWER CORPORATION TECHNICAL SERVICES DEPARTMENT GEOLOGY & GEOTECHNICS SERVICES DIVISION | |
| J-1 LESS THAN 1 JOINT/M. - SLIGHTLY JOINTED | <input type="checkbox"/> | BY | DATE |
| J-2 2 TO 5 JOINTS/M. - JOINTED | <input type="checkbox"/> | RECOMMENDED: | |
| J-3 6 TO 10 JOINTS/M. - STRONGLY JOINTED | <input type="checkbox"/> | APPROVED: | |
| J-4 11 TO 20 JOINTS/M. - EXTREMELY JOINTED | <input type="checkbox"/> | ROMEO M. PULANCO | |
| J-5 MORE THAN 20 JOINTS/M. - CRUMBLED | <input type="checkbox"/> | Mason, Radosz & Associates | |
| | | PROJECT | OF |

BOREHOLE NO. SP 1-1 N = _____ E = _____ TYPE OF DRILLING _____ CONTRACTOR _____

LOCATION _____ ELEV. (Color) _____ (COLOR) _____

INCLINATION _____ DRILLING MACHINE _____

DIRECTION _____ STARTED ON _____

LOGGED BY _____ TOTAL DEPTH _____ ENDED ON _____ SCALE: _____

| DEPTH (m) | ELEVATION (m) | CORE SAMPLE # | WATER TABLE (m) | SOIL TEST SPT N VALUES | | | | | TYPE OF SAMPLING | WEATHERING | HARDNESS | JOINTING | JOINT ROUGHNESS | CORE MATERIAL RECOVERY | ROCK QUALITY DESIGNATION | VPT RESULTS | | | | DESCRIPTION AND REMARKS | GRAPHICAL PROFILE |
|-----------|---------------|---------------|-----------------|------------------------|----|----|----|----|------------------|------------|----------|----------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------|---|----|----|--|-------------------|
| | | | | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | | | | | | | | 50 | 6 | 10 | 15 | | |
| 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Light brown to chocolate brown, soft, plastic, composition - 60% clay, 30% sand, 2% gravel. Sandy clay w/ gravel. Chocolate brown, plastic, soft, composition: 70% clay, 20% sand, 2% gravel, sandy clay w/ gravel. Dark brown to reddish brown, soft, plastic, composition: clay 90%, sand 10% - clay w/ sand. 6.00-7.05 Dark brown to reddish brown soft to very soft, highly plastic to plastic, composition: 98% clay, 2% sand, clay w/ appreciable sand. Dark brown to reddish brown, soft, plastic, 90% clay & 2% sand - clay w/ appreciable sand. | |
| 1.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|--|--|---|--|--|--|--|--|
| WEATHERING W-1 FRESH W-2 SLIGHTLY WEATHERED W-3 MODERATELY WEATHERED W-4 HIGHLY WEATHERED W-5 COMPLETELY WEATHERED | | HARDNESS H-1 SOFT (Easily broken by fingers) H-2 SLIGHTLY HARD (Hardly crushed by fingers) H-3 MEDIUM HARD (Edges barely broken by fingers) H-4 HARD (Edges round easily broken by hammer) H-5 VERY HARD (Matrix round easily broken by hammer) | | ABBREVIATIONS LU - LUGGON UNIT WPT - WATER PRESSURE TEST SPT - STANDARD PENETRATION TEST % CORE MATERIAL RECOVERY CORE MATERIAL | | JOINT ROUGHNESS R - ROUGH S - SMOOTH SL - SLICKENSIDED | TYPE OF SAMPLING UNDISTURBED SAMPLING DISTURBED SAMPLING SAMPLE / CORE |
| JOINTING J-1 LESS THAN 1 JOINT/3M - SLIGHTLY JOINTED J-2 1 TO 5 JOINTS/3M - JOINTED J-3 5 TO 10 JOINTS/3M - STRONGLY JOINTED J-4 10 TO 20 JOINTS/3M - EXTREMELY JOINTED J-5 MORE THAN 20 JOINTS/3M - CAUSTIC | | LEGEND: LITHOLOGY | | NATIONAL POWER CORPORATION PROJECTS DEVELOPMENT DEPARTMENT GEOLOGY & RECONSTRUCTION DIVISION | | | |

GRAPHICAL GEOLOGIC LOG -

EXAMINED
 CORRECTED
 APPROVED
 REVIEWED
 APPROVED
 APPROVED

HOLE NO **DDH-1** N- E- TYPE OF DRILLING **ROTARY** CONTRACTOR **NPC**
 (FOR) **DYKE AREA** ELEV. (COLLAR) (GROUP) INCLINATION **VERTICAL** DRILLING MACHINE **LONGYEAR 24**
 DIRECTION STARTED ON ENDED ON SCALE: 1:250m.
 OPERATED BY **J. FERNANDEZ** TOTAL DEPTH **39.40m.**

| ELEVATION (m.) | CORE BARREL # | CASING # | WATER TABLE (m.) | SOIL TEST SPT N VALUES | TYPE OF SEPMILING | WEATHERING | HARDNESS | JOINTING | JOINT ROUGHNESS | CORE/MATERIAL RECOVERY % | ROCK QUALITY DESIGNATION % | WPT RESULTS | | | | CIRCULATION WATER | GRAPHICAL PROFILE | DESCRIPTION AND REMARKS | |
|----------------|---------------|----------|------------------|------------------------|-------------------|------------|----------|----------|-----------------|--------------------------|----------------------------|-------------|--------------------|----|----|-------------------|-------------------|---|--|
| | | | | | | | | | | | | Lv | 10 | 15 | Lv | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | kg/cm ² | | | | | | |
| 39.40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | LIGHT BROWN, MODERATELY STIFF, DRY, PRESENCE OF ROOTS AND ROOTLETS, COMPOSED OF 85% CLAY AND 15% SAND. EASY DRILLING WITH BROWNISH RETURN WATER, SANDY CLAY. | |
| 30.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | CHOCOLATE BROWN TO LIGHT GRAY, LOOSE TO VERY LOOSE, MOIST TO DRY, FINE TO COARSE GRAINED, ANGULAR TO SUB-ANGULAR IN SHAPE. COMPOSED OF QUARTZ AND VOLCANIC PARTICLES. EASY DRILLING WITH BROWNISH RETURN WATER, SAND(SLUDGE) | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | LIGHT BROWN TO GRAYISH GRAY TO DARK GRAY WITH HORIZONTAL TO INCLINED, THIN WHITE STRIPES, FINE-GRAINED TEXTURE, JOINTS HEALED BY QUARTZ, IRON COATING ALONG JOINTS. LOW STATE OF METAMORPHISM ROUGH TO VERY ROUGH SURFACE. DIFFICULT DRILLING WITH BROWNISH GRAY TO GRAYISH RETURN WATER, RHYOLITE. | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | END OF HOLE | |

GEOLOGY:
 DDH-1 is located 10.80 m. east between the boundary of the dyke and the natural ground. It is situated along the ridge where different species of wild and tall trees grew in contrast to the dyke area. Ipil-ipil trees grew in the ground. The surface materials is composed of CLAY which is soft, dry, light brown overlying a mineralized rhyolite.

| SOIL TYPES | LEGEND: |
|-----------------------------|------------|
| JOINTS - SLIGHTLY JOINTED | SANDY CLAY |
| JOINTS - JOINTED | SAND |
| JOINTS - MODERATELY JOINTED | RHYOLITE |
| JOINTS - EXTREMELY JOINTED | |
| JOINTS - CRUSHED | |

| BY | DATE | REMARKS |
|----|------|---------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

NATIONAL POWER CORPORATION
 ENGINEERING RESERVE DEPT.
 GEOSCIENCE SERVICES DIVISION
ANGAT H.E. REHABILITATION PROJECT
GRAPHICAL LOG
 APPROVED: **ROMEO M. PULANCO**
 (Signature)

HOLE NO. DDH 2 N- E- TYPE OF DRILLING ROT CONTRACTOR HPC
 LOCATION DYKE AREA ELEV. (COLLAR) 184.35 (ORIGIN)
 INCLINATION VERTICAL DRILLING MACHINE
 DIRECTION STARTED ON APR. 24, 1988
 LOGGED BY TOTAL DEPTH 30.00 M. ENDED ON MAY 23, 1988 SCALE: 1 : 250

| ELEVATION (m.) | CORR. DIAM. (cm) | CASING (F) | WATER TABLE (m.) | SOIL TEST SPT N VALUES | TYPE OF SAMPLING | WEATHERING | HARDNESS | JOINTING | JOINT ROUGHNESS | CORRECTIONAL RECOVERY % | ROCK QUALITY DESIGNATION % | WPT RESULTS | | | | CIRCULATION WATER | GRAPHICAL PROFILE | DESCRIPTION AND REMARKS |
|----------------|------------------|------------|------------------|------------------------|------------------|------------|----------|----------|-----------------|-------------------------|----------------------------|-------------|----|----|----|-------------------|-------------------|---|
| | | | | | | | | | | | | 0 | 10 | 15 | 20 | | | |
| 181.30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | LIGHT PINKISH BROWN, DRY, LOOSE, COMPOSED OF SILT AND SAND. EASY DRILLING WITH BROWNISH RETURN WATER. SLUDGE (SILTY CLAY). |
| 186.35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | LIGHT BROWNISH GREEN, FRIABLE, NUMEROUS MICROFRACTURES, THIN LAMINATION, OXIDIZED JOINT SURFACE, FINE GRAINED, BROKEN CORE RECOVERIES. SLIGHTLY DIFFICULT DRILLING WITH BROWNISH RETURN WATER. SHALE. |
| 184.35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | LIGHT, YELLOWISH BROWN TO LIGHT GRAY TO LIGHT GREENISH GRAY, IRON OXIDE ALONG JOINT SURFACE, NUMEROUS MICROFRACTURES, QUARTZ AND CALCITE INFILLING ALONG JOINTS, FINE GRAINED APHANITIC TEXTURE, COMPOSED OF HORNBLENDE PLAGIOCLASE AND CHLORITE. DIFFICULT DRILLING WITH BROWNISH TO GRAYISH RETURN WATER. ANDESITE. |
| 185.35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | END OF HOLE |

| | | |
|---|--|---|
| JOINTING 1-2 JOINTS/M - SLIGHTLY JOINTED 3-5 JOINTS/M - JOINTED 6-10 JOINTS/M - STRONGLY JOINTED 11-20 JOINTS/M - EXTREMELY JOINTED > 20 JOINTS/M - CRUSHED | LEGEND: LITHOLOGY - SLUDGE - SHALE - ANDESITE | NATIONAL POWER CORPORATION ENGINEERING RESOURCE DEPT. GEOSCIENCE SERVICES DIVISION ANGAT H.E. REHABILITATION PROJ. GRAPHICAL LOG BY: <u> </u> DATE: <u> </u> SUBMITTED: DICTATED: <u> </u> RECOMMENDED: CHECKED: <u> </u> MONITOR: GEOLOGY: <u> </u> APPROVED: ROMEO M. PULAIN GEOPHYSICS: <u> </u> Manager, Geology & Rehabilitation HYDROLOGY: <u> </u> SHEET OF |
|---|--|---|

| | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------|
| WELL NO. D/H 3 | N- _____ | E- _____ | TYPE OF DRILLING RYRY | CONTRACTOR NPC |
| LOCATION OYKE AREA | ELEV. (COLLAR) 177.47 | (640UND) | DRILLING MACHINE LONGYEAR 24 | |
| DESIGNED BY FERNANDEZ | INCLINATION VERTICAL | DIRECTION _____ | STARTED ON MARCH 22, 1988 | ENDED ON APRIL 14, 1988 |
| | TOTAL DEPTH 30.30 M. | | SCALE : 1 : 250 | |

| ELEVATION (M) | CORRECTION | CASING # | WATER TABLE (M) | SOIL TEST SPT N VALUES | TYPE OF SAMPLES | WEATHERING | HARDNESS | JOINTING | JOINT ROUGHNESS | CORE/MATERIAL RECOVERY % | ROCK QUALITY DESIGNATION % | WPT RESULTS | | | | CIRCUIT NUMBER | GRAPHICAL PROFILE | DESCRIPTION AND REMARKS |
|---------------|------------|----------|-----------------|------------------------|-----------------|------------|----------|----------|-----------------|--------------------------|----------------------------|-------------|----|----|----|----------------|--|-------------------------|
| | | | | | | | | | | | | 15 | 20 | 25 | 30 | | | |
| | | | | | | | | | | | | kg/cm² | | | | | | |
| 177.47 | | | | | | | | | | | | | | | | | LIGHT BROWN, VERY LOOSE, DRY FINE TO COURSE SAND WITH 2% GRAVEL. EASY DRILLING WITH BROWNISH RETURN WATER. SLUDGE (FINE TO COARSE SAND). | |
| 183.03 | | | | | | | | | | | | | | | | | LIGHT BROWN TO LIGHT GRAY WITH WHITE STRIPES AND PATCHES, NUMEROUS QUARTZ STRINGER AND MICROFRACTURES, JOINTS ARE HEALED BY QUARTZ, SILICIFIED. OCCURENCE OF SLICKENSIDES, OBSERVABLE MICROFAULTS, QUARTZ ARE COARSE AND FINE-GRAINED EMBEDDED IN A FINE MATRIX, LOW STATE OF METAMORPHISM. SLIGHTLY DIFFICULT TO DIFFICULT DRILLING WITH BROWNISH TO GRAYISH RETURN WATER. LOW GRADE METAMORPHIC SANDSTONE. | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | END OF HOLE | |



GEOLOGY:

| | | | |
|---|----------------------|--|----------------------------|
| JOINTING | LEGEND: | NATIONAL POWER CORPORATION | |
| LESS THAN 1 JOINT/M. - SLIGHTLY JOINTED | LITHOLOGY | ENGINEERING RESOURCES DEPT. | |
| 2 TO 5 JOINTS/M. - JOINTED | [Symbol] - SLUDGE | GEOLOGICAL SERVICES DIVISION | |
| 6 TO 10 JOINTS/M. - STRONGLY JOINTED | [Symbol] - SANDSTONE | ANGAT H.E. REHABILITATION PROJ. | |
| 11 TO 20 JOINTS/M. - EXTREMELY JOINTED | | GRAPHICAL LOG | |
| MORE THAN 20 JOINTS/M. - CRUSHED | | BY: _____ DATE: _____ | APPROVED: _____ |
| | | DRAWN: _____ | RECOMMENDED: _____ |
| | | CHECKED: _____ | APPROVED: ROMEO M. PULANCO |
| | | GEOLOGY: _____ | Mapasa, Garcia & Galambos |
| | | PROF. _____ | |
| | | HEET OF _____ | |

BOREHOLE NO. DDH 4 N- E- TYPE OF DRILLING ROTARY CONTRACTOR NPC
 LOCATION DYKE AREA ELEV. (COLLAR) 149.07 M DRILLING MACHINE LONGYEAR 24
 INCLINATION VERTICAL DIRECTION STARTED ON MAY 29, 1988
 LOGGED BY TOTAL DEPTH 30.00 M. ENDED ON JUNE 28, 1988 SCALE: 1:250

| DEPTH (m.) | ELEVATION (m.) | CORE BARREL # | CASING # | WATER TABLE (m.) | SOIL TEST SPT N VALUES | TYPE OF SAMPLE | WEATHERING | FACILITY'S | JOINTING | JOINT SPACING | CORE MATERIAL RECOVERY % | ROCK QUALITY DESIGNATION % | WPT RESULTS | | | COLOR / TEMPERATURE | GRAPHICAL PROFILE | DESCRIPTION AND REMARKS |
|------------|----------------|---------------|----------|------------------|------------------------|----------------|------------|------------|----------|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------|----|----|---------------------|--|-------------------------|
| | | | | | | | | | | | | | 10 | 15 | 20 | | | |
| 50 | 147.57 | | | | | | | | | | | | | | | | LIGHT CHOCOLATE BROWN, WET, PLASTIC, COMPOSED OF CLAY AND FRAGMENTS OF WEATHERED BOULDERS WITH MINOR AMOUNT OF SAND AND SILT. EASY DRILLING WITH BROWNISH RETURN WATER. RESIDUAL BOULDERY CLAY WITH SAND AND SILT. | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | LIGHT BROWNISH GREEN TO LIGHT GRAY TO GRAYISH GREEN WITH WHITE STRIPES AND PATCHES, MINERALIZED, CHLORITIZED, JOINTS ARE FILLED WITH QUARTZ, FINE GRAINED, IN LOW STATE OF METAMORPHISM. EASY TO SLIGHTLY DIFFICULT DRILLING WITH BROWNISH TO GRAYISH RETURN WATER. SLIGHTLY METAMORPHOSED ANDESITE (METAVOLCANICS?) | |
| 30.00 | 119.07 | | | | | | | | | | | | | | | | END OF HOLE | |



SITE GEOLOGY:

| | | | |
|--|--|---|---|
| JOINTING J-1 LESS THAN 1 JOINT/M. - SLIGHTLY JOINTED J-2 2 TO 5 JOINTS/M. - JOINTED J-3 6 TO 10 JOINTS/M. - STRONGLY JOINTED J-4 11 TO 20 JOINTS/M. - EXTREMELY JOINTED J-5 MORE THAN 20 JOINTS/M. - CRUSHED | | LEGEND: LITHOLOGY  - RESIDUAL BOULDERY CLAY  - METAMORPHOSED ANDESITE | NATIONAL WATER RESEARCH INSTITUTE GEOTECHNICAL SERVICE DIVISION ANGAT DAM REHABILITATION PROJECT GRAPHICAL LOG DTC DRAFTED CHECKED APPROVED: ROMEO M. F. LANOD Geotechnical Engineer |
|--|--|---|---|

BOREHOLE NO. DDH-5 N- E- TYPE OF DRILLING ROTARY CONTRACTOR N P C
 LOCATION DYKE AREA ELEV 136.38 (GROUND) DRILLING MACHINE LONGYEAR 24
 INCLINATION VERTICAL DIRECTION STARTED ON
 LOGGED BY J. C. F. TOTAL DEPTH 30.00 M. ENDED ON SCALE: 1:200

| DEPTH (m.) | ELEVATION (m.) | CORE BARREL # | CASING # | WATER TABLE (m.) | SOIL TEST SPY N VALUES | TYPE OF SAMPLING | WEATHERING | HARDNESS | JOINTING | JOINT ROUGHNESS | CORE/MATERIAL RECOVERY % | ROCK QUALITY DESIGNATION % | WPT RESULTS | | | CIRCULATION WATER | GRAPHICAL PROFILE | DESCRIPTION AND REMARKS |
|------------|----------------|---------------|----------|------------------|------------------------|------------------|------------|----------|----------|-----------------|--------------------------|----------------------------|-------------|----|----|-------------------|-------------------|--|
| | | | | | | | | | | | | | LV | 10 | 15 | | | |
| 21.00 | 115.38 | | | | | | | | | | | | | | | | | ROCKFILL. VARIOUS COLORS OF LIGHT GREEN, WHITISH GREEN, GRAY AND DARK GRAY, VERY HARD AND FRESH, COMPOSED OF DIFFERENT ROCK TYPES AND DIFFERENT COMPOSITION. ROCKS OF BOULDER SIZE ARE ANDESITE, BRECCIA AND METAVOLCANICS. DIFFICULT DRILLING WITH NO RETURN WATER. |
| 30.00 | 106.38 | | | | | | VERY SOFT | | | | | | | | | | | SLUDGE (SANDY CLAY). DARK BROWN, SOFT, WET, COMPOSED OF CLAY AND SAND. EASY DRILLING WITH NO RETURN WATER. |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | END OF HOLE |

SITE GEOLOGY: DDH-5 IS LOCATED NEAR THE TOE OF THE DYKE ALONG AN ABANDONED ROAD AT ELEVATION 136.38. MATERIALS ARE ROCKFILL OF BOULDER SIZE.

| | | | | | | | |
|--|--|---|--|---|--|---|--|
| JOINTING J-1 LESS THAN 1 JOINT/M. - SLIGHTLY JOINTED J-2 2 TO 5 JOINTS/M. - JOINTED J-3 6 TO 10 JOINTS/M. - STRONGLY JOINTED J-4 11 TO 20 JOINTS/M. - EXTREMELY JOINTED J-5 MORE THAN 20 JOINTS/M. - CRUSHED | | LEGEND: LITHOLOGY  ROCKFILL  SANDY CLAY | | NATIONAL POWER CORPORATION ENGINEERING RESOURCE DEPT. GEOLOGY & GEOTECHNICS SERVICES DIVISION ANGAT H.E. REHABILITATION PROJ. GRAPHICAL LOG | | | |
| D I C DRAFTED CHECKED GEOLOGY GEOPHYSICS GEOTECHNICS SHEET OF | | BY DATE SUBMITTED: RECOMMENDED: APPROVED: ROMEO M. PULANCO Manager, Geology & Geotechnics | | _____ _____ _____ _____ _____ | | _____ _____ _____ _____ _____ | |

BOREHOLE NO. **DDH-6** N- _____ E- _____ TYPE OF DRILLING **ROTARY** CONTRACTOR **N.P.**
 LOCATION **DYKE AREA** EV. (COLLAR) **134.68m** (GROUND)
 INCLINATION **VERTICAL** DRILLING MACHINE **LONGYEAR 24**
 DIRECTION _____ STARTED ON **AUG. 9, 1988**
 LOGGED BY **JCF** TOTAL DEPTH **30.00m.** ENDED ON **SEPT. 9, 1988** SCALE: **1:200m.**

| DEPTH (m.) | ELEVATION (m.) | CORE NUMBER | CASING # | WATER TABLE (m.) | SOIL TEST SPY N VALUES | TYPE OF SAMPLE | WEATHERING | HARDNESS | JOINTING | JOINT ROUGHNESS | CORE/MATERIAL RECOVERY % | ROCK QUALITY DESIGNATION % | WPT RESULTS | | | | CIRCUITRY WATER | GRAPHICAL PROFILE | DESCRIPTION AND REMARKS |
|------------|----------------|-------------|----------|------------------|------------------------|----------------|------------|-----------|----------|-----------------|--------------------------|----------------------------|-------------|----|----|----|-----------------|-------------------|---|
| | | | | | | | | | | | | | Lv | 10 | 15 | 20 | | | |
| 0.00 | 134.68 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.80 | 115.88 | | | | | | | VERY HARD | | | | | | | | | | | ROCKFILL MATERIALS, VIOLET GRAY TO GRAY GREENISH GRAY TO LIGHT GRAY, VERY HARD, FRE COMPOSED OF DIFFERENT ROCK TYPES METAVOLCANICS, BRECCIA AND PORPHYRITIC ANDESITE. DIFFICULT DRILLING WITH NO RETURN WATER. |
| 19.00 | 115.73 | | | | | | | HARD | ROUGH | | | | | | | | | | LOW GRADE METAMORPHOSED SANDSTONE WITH INTERCALATION OF METAMORPHOSED SILTSTONE AND SLATE LIGHT TO DARK GRAY WITH JOINTS AND MICROCAVITIES ARE FILLED WITH QUARTZ; MEDIUM TO FINE-GRAINED. SLIGHTLY METAMORPHOSED CHLORITIZED. DIFFICULT DRILLING WITH NO RETURN WATER. |
| 30.00 | 104.68 | | | | | | | | | | | | | | | | | | END OF HOLE |

SITE GEOLOGY:
 LOCATED AT THE TOE OF THE DYKE ALONG THE ABANDONED ROAD. ROCK FILL MATERIALS OF VARIOUS COMPOSITION AND THICKNESS OF MORE THAN 5 METERS OR WITH LOW GRADE METAMORPHOSED SANDSTONE WITH INTERCALATION OF METAMORPHOSED SILTSTONE AND SLATE

| JOINTING | |
|----------|--|
| 1-1 | LESS THAN 1 JOINT/M - SLIGHTLY JOINTED |
| 1-2 | 1 TO 5 JOINTS/M - JOINTED |
| 1-3 | 6 TO 10 JOINTS/M - STRONGLY JOINTED |
| 1-4 | 11 TO 20 JOINTS/M - EXTREMELY JOINTED |
| 1-5 | MORE THAN 20 JOINTS/M - CRUMBLED |

| LEGEND: | |
|-----------|-------------------------|
| LITHOLOGY | |
| | ROCKFILL MATERIALS, /- |
| | METAMORPHOSED SANDSTONE |

NATIONAL POWER CORPORATION
 ENGINEERING RESOURCE DEPT.
 GEOLOGY & GEOTECHNICAL SERVICES DIVISION
ANGAT REHABILITATION PROJECT
GRAPHICAL LOG-DDH-6

| | | | |
|--------------|----|------|-------------------|
| DTC | BY | DATE | APPROVED |
| DRAWN | | | RECOMMENDED |
| CHECKED | | | |
| DESIGNED | | | APPROVED |
| GEOLOGY | | | FROMO M. F. II |
| GEOPHYSICS | | | September 9, 1988 |
| GEOTECHNICAL | | | |
| SHEET | 01 | | |

HOLE NO. PH-1 N- _____ E- _____ TYPE OF DRILLING ROTARY CONTRACTOR HPC
 LOCATION LANDSLIDE No. 2 (WEST OF SPILLWAY) ELEV. (MILLAN) _____ (GROUND) _____
 INCLINATION VERTICAL DRILLING MACHINE JOY RAMROD
 DIRECTION _____ STARTED ON MARCH 8, 1988
 LOGGED BY J. FERNANDEZ TOTAL DEPTH 40.35m. ENDED ON MARCH 16, 1988 SCALE: 1:250m.

| DEPTH (m) | ELEVATION (m) | CORE NO. & CASING # | WATER TABLE (m) | SOIL TEST SPT N VALUES | TYPE OF SAMPLING | WEATHERING | HARDNESS | JOINTING | JOINT ROUGHNESS | CORE/MATERIAL RECOVERY % | ROCK QUALITY DESIGNATION % | SPT RESULTS | | | | CORRELATION WATER | GRAPHICAL PROFILE | DESCRIPTION AND REMARKS |
|-----------|---------------|---------------------|-----------------|------------------------|------------------|------------|----------|----------|-----------------|--------------------------|----------------------------|----------------|---|----------------|----------------|-------------------|---|-------------------------|
| | | | | | | | | | | | | L ₁ | S | L ₂ | L ₃ | | | |
| 0.00 | 2.45 | | | | | | | | | | | | | | | | LIGHT GREENISH GRAY WITH WHITE PATCHES, SLIGHTLY WEATHERED, VERY LOOSE, GRAVEL | |
| 0.90 | | | | | | | | | | | | | | | | | LIGHT BROWN, WET, MODERATELY SMOOTH FEEL, FINE GRAINED CLAYEY SAND (SLUDGE) | |
| 2.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | LIGHT GRAYISH CIRCULAR LEPTICL WHITE PATCHES, JOINTS HEALED & QUARTZ IN HORIZONTAL AND VERT. DIRECTION COMPOSED OF PLAGIOCLASE AND FEW SCATTERED SPHEROCRYST OF PLAGIOCLASE DIFFICULT DRILLING WITH LIGHT GRAY, RETURN WATER. ANDESITE | |
| 10.35 | | | | | | | | | | | | | | | | | LIGHT BROWNISH GREEN TO LIGHT GREENISH GRAY WITH ABUNDANT L. WHITE CIRCULAR TO SUB-ANGULAR PATCHES AND FEW LARGE LIGHT BROWN PATCHES, DULL TO METALLIC SOUND, COARSE GRAINED TEXTURE SLIGHTLY SILICIFIED, NOTICEABLE SLICKENSIDE, MODERATELY ROUGH SURFACE. DIFFICULT DRILLING WITH LIGHT GREEN TO GRAYISH GRAY T MILKY RETURN WATER - ANDESITE PORPHYRY. | |
| 40.35 | | | | | | | | | | | | | | | | | END OF HOLE | |

SITE GEOLOGY: The area is situated 500 m west of the spillway. It was characterized by flat terrain and used as a batching plant during construction. The materials are composed of thin concrete overlying an embankment material. The rock is made-up of andesite and andesite porphyry.

| | | | | | |
|--|--|---|--|---|--|
| JOINTING J-1 1 to 2 JOINTS/M. - SLIGHTLY JOINTED J-2 2 to 5 JOINTS/M. - JOINTED J-3 6 to 10 JOINTS/M. - STRONGLY JOINTED J-4 11 to 20 JOINTS/M. - EXTREMELY JOINTED J-5 MORE THAN 20 JOINTS/M. - CRUSHED | | LEGEND: LITHOLOGY ○ ○ ○ ○ GRAVEL ~ ~ ~ ~ CLAYEY SAND ^ ^ ^ ^ ANDESITE * * * * ANDESITE PORPHYRY | | NATIONAL POWER CORPORATION ENGINEERING RESOURCE DEPT. GEOSCIENCE SERVICES DIVISION ANGAT H.E. REHABILITATION PRC GRAPHICAL LOG DRAFTED _____ BY (DATE) SUBMITTED: _____ CHECKED _____ RECOMMENDED: _____ APPROVED: ROMEO S. I. Manager, Geology & I.R. SHEET _____ OF _____ | |
|--|--|---|--|---|--|

BOREHOLE NO. PH-4 N- E- TYPE OF DRILLING: ARY CONTRACTOR NP C
 LOCATION LANDSLIDE AREA ELEV. (COLLAR) 225.81 (GROUND)
(SPILLWAY AREA) INCLINATION DRILLING MACHINE JOY RAMROD
 DIRECTION VERTICAL STARTED ON AUG. 10, 1988
 LOGGED BY J. C. F. TOTAL DEPTH 20.50 m. ENDED ON AUG. 11, 1988 SCALE: 1:200

| DEPTH (m.) | ELEVATION (m.) | SOIL TEST SPT N VALUES | WEATHERING | HARDNESS | JOINTING | JOINT ROUGHNESS | CORE/MATERIAL RECOVERY % | ROCK QUALITY DESIGNATION % | WPT RESULTS | | | | CIRCULATION WATER | GRAPHICAL PROFILE | DESCRIPTION AND REMARKS |
|------------|----------------|------------------------|------------|----------|----------|-----------------|--------------------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|---|
| | | | | | | | | | L ₁ | L ₂ | L ₃ | L ₄ | | | |
| 9.15 | 216.66 | | | | | | | | | | | | | | SLUDGE (SANDY CLAY). LIGHT BROWN TO BROWN, SOFT, LOOSE, DRY TO WET, COMPOSED OF CLAY AND SAND. EASY DRILLING WITH BROWNISH RETURN WATER. |
| 12.50 | 213.31 | | | | | | | | | | | | | | BRECCIA. BROWNISH GRAY TO GRAY, MODERATELY WEATHERED TO FRESH, HARD TO VERY HARD, CONTAIN ANGULAR CLAST OF DIFFERENT COMPOSITION. ABUNDANT LARGE PLAGIOCLASE. DIFFICULT DRILLING WITH GRAYISH RETURN WATER. |
| 20.50 | 205.31 | | | | | | | | | | | | | | END OF HOLE |

SITE GEOLOGY:

| | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|
| JOINTING J-1 LESS THAN 1 JOINT/M - SLIGHTLY JOINTED J-2 2 TO 5 JOINTS/M - JOINTED J-3 6 TO 10 JOINTS/M - STRONGLY JOINTED J-4 11 TO 20 JOINTS/M - EXTREMELY JOINTED J-5 MORE THAN 20 JOINTS/M - CRURIED | | LEGEND: LITHOLOGY - SANDY CLAY - BRECCIA | | NATIONAL POWER CORPORATION ENGINEERING RESOURCE DEPT. GEOLOGY & GEOTECHNICAL SERVICES DIVISION ANGAT HE. REHABILITATION PROJECT GRAPHICAL LOG DRAFTED BY: _____ DATE: _____ SUBMITTED: _____ CHECKED BY: _____ REVIEWED: _____ RECOMMENDED: _____ APPROVED: ROMEO M. PULANCO Manager, Geology & Geotechnical Services | |
|---|--|--|--|--|--|

