

ネパール王国

サプトガンダキ水力発電開発計画 調査報告書

第 2 卷 付属報告書

1983年 1月

国際協力事業団

鉦計資

~~XXXXXXXXXX~~

83-7(2/3)

JICA LIBRARY



1060346[2]

ネパール王国

サプトガンダキ水力発電開発計画
調査報告書

第 2 卷
付属報告書

1983年 1月

国際協力事業団

報告書の構成

要約版

第1巻 主報告書

第2巻 付属報告書

(A) 地形測量

(B) 建設材料

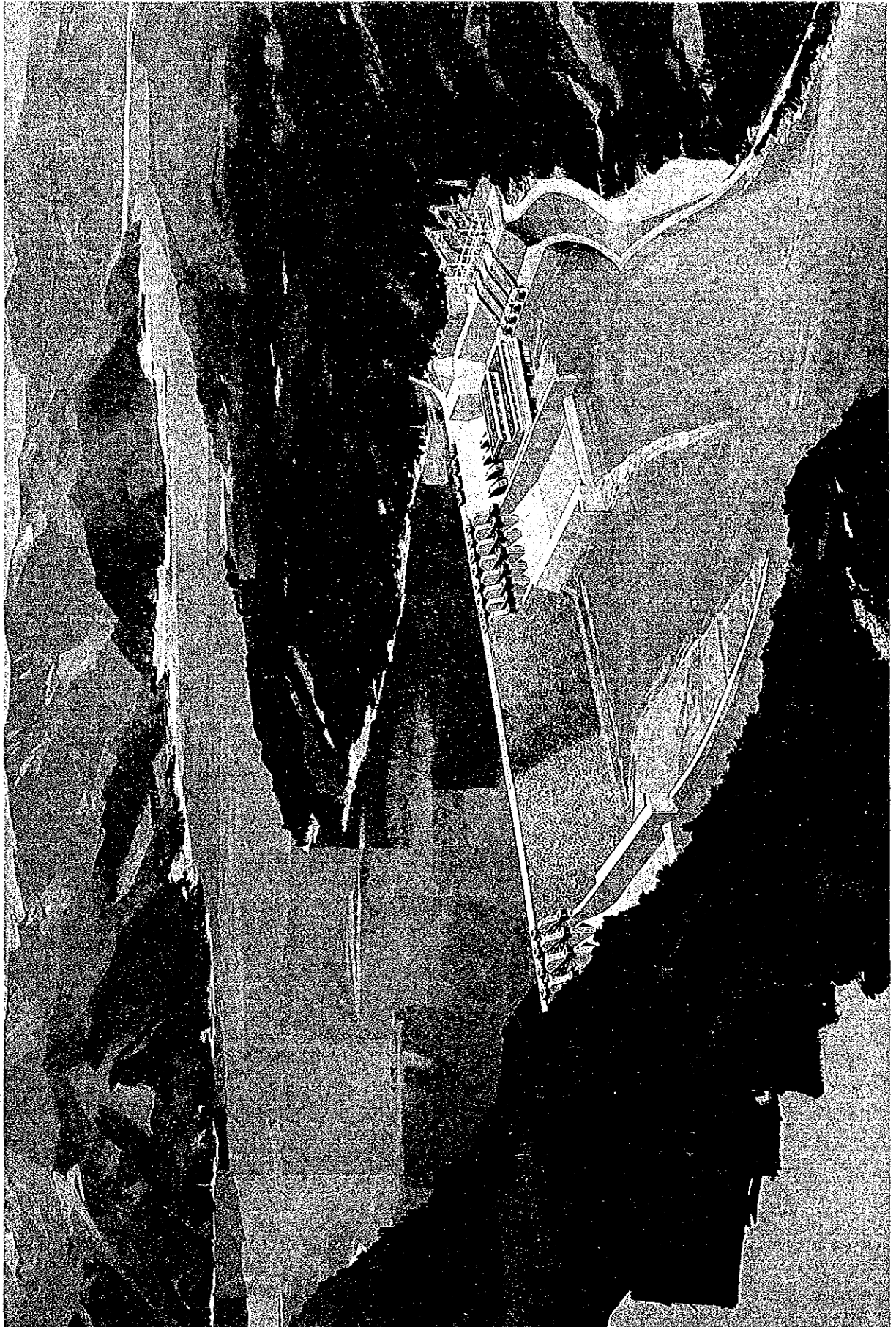
(C) 水文及び気象

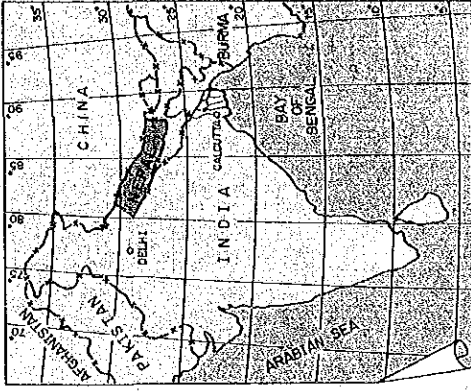
(D) 消費部門別電力需要予測

第3巻 付属報告書

(E) 地質

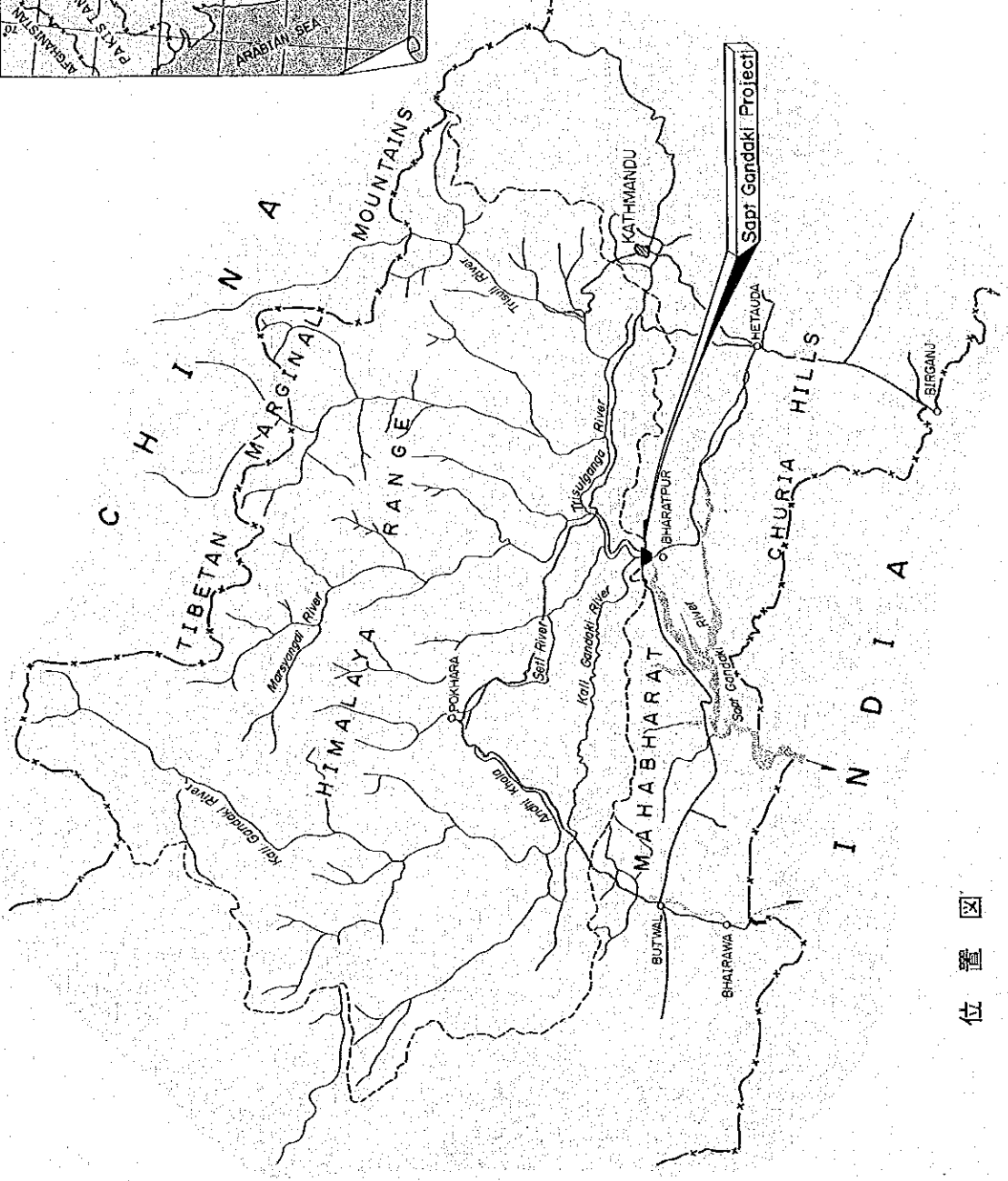
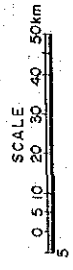
国際協力事業団	
購入 日付	84.8.27 80.4.4
発録No.	14071
	116 643 MPN





LEGEND :

- ROADS
- INTERNATIONAL BOUNDARY
- WATER DIVIDE



位置图

付 属 書 (A)

地 形 測 量

目 次

	頁
I. 序文	A-1
II. 測量作業	A-2
2.1 新規水準点の設置	A-2
2.2 基準点測量	A-2
2.3 ダムサイト周辺の縮尺 1/500 の地形図	A-3
2.4 航空写真図化	A-4
2.5 ムグリン道路の水準測量	A-5
2.6 カリガンダキ第2プロジェクトサイトにおける標高調査	A-5
2.7 河川横断測量	A-6
2.8 河床砂れき地の縮尺 1/1,000 地形図	A-7
2.9 既存 1/10,000地形図の精度照査	A-7

LIST OF TABLES

<u>NO.</u>	<u>TITLE</u>
A.1	ELEVATION OF NEW BENCH MARKS
A.2	RESULTS OF CONTROL POINT SURVEY
A.3	RESULTS OF MINOR CONTROL POINT SURVEY
A.4	RESULTS OF SURVEY FOR GROUND CONTROL POINTS FOR 1/2,000 AERO- PHOTO MAPPING
A.5	RESULTS OF CONTROL POINT SURVEY FOR MUGLING ROAD
A.6	ELEVATION OF MUGLING ROAD
A.7	SURVEY RESULTS FOR KALI GANDAKI NO.2 PROJECT SITE
A.8	COORDINATE AND ELEVATION OF THE FIXED POINT ON THE RIVER CROSS SECTION
A.9	RESULTS OF ACCURACY CHECK OF EXISTING 1/10,000 TOPOGRAPHIC MAP

LIST OF FIGURES

<u>NO.</u>	<u>TITLE</u>
A.1	LOCATION MAP OF BENCH MARKS AND CONTROL POINTS
A.2	AREA OF PREPARATION OF 1/500 TOPOGRAPHIC MAP AND LOCATION OF MINOR CONTROL POINTS AROUND DAMSITE
A.3	AREA OF 1/2,000 AERO-PHOTO MAPPING
A.4	LOCATION MAP OF MUGLING ROAD CONTROL SURVEY
A.5	LONGITUDINAL PROFILE OF MUGLING ROAD
A.6	LOCATION MAP OF KALI GANDAKI CONTROL SURVEY
A.7	LOCATION AND SURVEY RESULT FOR KALI GANDAKI NO.2 PROJECT SITE
A.8	LOCATION MAP OF RIVER CROSS SECTIONS
A.9	SURVEYS CARRIED OUT FOR GRAVEL DEPOSIT IN 4 KM DOWNSTREAM FROM THE DAMSITE

LIST OF ATTACHMENTS

<u>NO.</u>	<u>TITLE</u>
I	TOPOGRAPHIC MAP AROUND DAMSTIE OF 1 TO 500 IN SCALE (14 SHEETS)
II	TOPOGRAPHIC MAP OF PROJECT AREA OF 1 TO 2,000 IN SCALE (2 SHEETS)
III	TOPOGRAPHIC MAP OF SAND AND GRAVEL DEPOSIT AREA OF 1 TO 1,000 IN SCALE (3 SHEETS)
IV	PLAN OF MUGLING ROAD (4 SHEETS)
V	RIVER CROSS SECTIONS (8 SHEETS)

1. 序文

第1および第2段階の調査で収集されたデータは以下のとおりである。

- (i) プロジェクトサイトの航空写真
- (ii) サプトガンダキ河流域の縮尺1/10,000の地形図
- (iii) ネパール全土の縮尺1/63,360の地形図
- (iv) 計画地域付近でのインド三角点測量データ
- (v) チトワン盆地開発計画およびHMG道路局において使用されている既存水準点データ

当プロジェクトの詳細調査を実施するにあたり、建設材料の採取地点をも含めた計画地域のより精度の高い地形図の作成、ならびに標高、座標あるいは既存地形図などの精度に関する様々な調査を実施する必要があった。これらの作業のため、第2段階の現地調査では、次の地形測量を計画し、実施した。

(i) 水準測量

- ダムサイト付近における新規水準点設置用……………10km
- 基準点測量用……………50km
- ムグリン道路の標高調査用……………30km
- カリガンダキ第2プロジェクトサイトの標高調査用……………30km
- 縮尺1/10,000の既存地形図の精度調査用……………10km

(ii) ダムサイト周辺における1/500地形図作成用の既存三角点からのトラバース測量による基準点測量

(iii) 既存航空写真を使用した縮尺1/2,000の航空写真図化のための既存三角点からのトラバース測量による地上標定点測量

(iv) 平板測量

- ダムサイト周辺の縮尺1/500の地形図……………169ヘクタール
- 河床砂れき採取地点での縮尺1/1,000の地形図……………30ヘクタール

(v) ダムサイトからその下流約4kmの区間における250m間隔の河川横断測量……………20断面

(vi) 既存航空写真を用いた縮尺1/2,000の航空写真図化

上記地形測量作業は1981年10月中旬から1982年3月末までの期間で実施されたが、測量データのまとめ、計算そして地形図の作成などを含む全ての地形測量作業を予定どおり終了した。実施された地形測量作業の詳細は、次章に述べられるとおりである。

II. 測量作業

2.1 新規水準点の設置

新規水準点は第2段階の地形測量作業において水準測量の基点として使用されるので、プロジェクト付近での新規水準点の設置は、欠くことのできないものであった。したがって、まず最初に、ダムサイト付近に水準点が設置された。

新規水準点（ダム地点付近に4点、コンクリート骨材の採取地点に1点）の位置は、Fig-A.1 に示すように第2段階の地形測量作業に関する適性だけでなく、将来の詳細設計および工事段階での適性も考慮に入れて選定された。さらに、これらの水準点はすべて基準点として使用するため、基準点測量のトラバース基線と連結された。

各水準点の標高は、既存の水準点（Fig-A.1 のBM35）からの直接水準測量によって測定された。標高 193.586m に設定されているこの既存水準点は、現在チトワンかんがいプロジェクトで使用されており、この標高値の精度は、HMG の測地局から入手したデータに基づいて行ったインド測量三角点からの間接水準測量（三角水準測量）によって確認されたものである。

各新規水準点の標高値は、Table-A.1 に示すように測定された。また各新規水準点は恒久的に使用可能なように、標高値を記したコンクリート製標柱として各々の位置に埋設された。

2.2 基準点測量

全ての地形測量作業の基になる点を設置するために、このトラバース測量による基準点測量を実施した。

Fig-A.1 に、実施された基準点測量のトラバース基線を示す。トラバース基線は、計画地域付近のインド測量三角点（No 1、No 2、No 36）、計画地域内で選定された基準点（T 1 から T 11 まで）、航空写真図化に必要な地上標定点（GC 1 から GC 4 まで）、および新規に設置した水準点（BM 1 から BM 6 まで）の各点を通過するように組まれた。

トラバース測量の実施にあたっては、距離測定用の光波測距儀、および角測定用の1秒読みトランシット2台を使用した。また各基準点の座標値は、測定された距離と角度、インド測量三角点、および天文観測（太陽観測）により得られた方位角に基づいて算定された。

各基準点の標高は、間接水準測量により測定したが、これはその地形条件から直接水準測量が困難であったためであるが、上記トラバース測量は、基準点測量に要求される下記の閉合誤差の基準値を十分に満足するものであった。

$$\text{— 座標値} : 1 / 5,000 \text{以内、} 10.0 \text{cm} + 20 \text{cm} \sqrt{S}$$

(S : 測線長 (km))

$$\text{— 標高値} : 10.0 \text{cm} + 3.0 \text{cm} \sqrt{n}$$

(n : 測点数)

上記の基準点測量の結果は、Table-A.2 にまとめられている。

2.3 ダムサイト周辺の縮尺1/500の地形図

ダムサイト周辺の縮尺1/500の地形図の作成は、プロジェクトの技術面、経済面での実現可能性を吟味する上で必要不可欠なダム、発電所、仮排水路、および補助施設などの主要構造物の設計に必要と考えられた。上記地形図の作成にあたっては、ダム地点の比較検討に用いられる代替ダムサイトをもその範囲内に含むべく考慮された。

このダムサイトの比較検討調査は、プレフィージビリティレポートで提案されたAダムサイトが予想外に不利な地質条件にあるため必要となったもので、上記の1/500地形図作成のための地形測量は、Fig-A.2に示されるように代替ダムサイトをも含む範囲に対して実施された。

この測量作業には、水平および垂直方向の位置設定のための図根点測量とそれに引き続く平板測量が含まれている。図根点測量はFig-A.2に示されるように、上述の基準点に連結された図根点のトラバース基線に沿うトラバース測量により実施された。

そのトラバース基線の距離ならびに角度の測定には、2.2章で述べた基準点測量と同一の測量機器を使用した。また鉛直方向の位置設定には、直接水準測量がその地点の地形条件から極端に非効率的となるため、間接水準測量が適用された。

このトラバース測量では、その閉合誤差の許容値を満足する良好な精度を得た。この

図根点に関するトラバース測量の結果をTable-A.3 に示す。

平板測量では、可能な限り正確に地形上の変化を追うことに意を注いだ。したがって地形の凸凹あるいは傾斜の鮮明な変化を確認し、平板上におとす手順が採用された。平板測量での水平及び鉛直方向の位置設定は、それに先立ち一連の図根点を引用することにより厳密性を図った。

2.4 航空写真図化

プロジェクトの全体計画のために、この地形図の作成が必要と考えられた。計画地域全体の航空写真が利用できたので、Fig.-A.3に示す範囲で航空写真から図化により、縮尺1/2,000の地形図を作成した。

利用した航空写真は1974年に撮影されたもので、その仕様は以下の通りである。

—使用カメラ : ワイルドRC8 $f = 152.10\text{mm}$

—撮影高度 : 1700m

—縮尺 : 1/10,000

この航空写真は撮影後8年を経過しているため、その後建設された吊り橋のように現状とは幾分異なる点を確認されたものの、地形および主要な目標物については何の変化も認められず、1/2,000縮尺の地形図を作成するに当っては十分利用に耐えるものであった。

航空写真図化に必要な地上標定点は、Fig.-A.1に示すように基準点測量のトラバース基線付近で、確認が容易な地点に設置された。航空写真図化用の地上標定点は、すべて基準点測量のトラバース基線上にあり、標定点測量は基準点測量と同時に行われた。地上標定点に対しては、水準点からの直接水準測量を行い、さらに図化における写真基準点として使用するため、各地上標定点付近にある2～3の明確な目標物に関する測量をも実施した。

また刺針は3つの水準点、BM1、BM3およびBM4に対して行なわれた。

地上標定点測量の結果をTable-A.4にまとめた。東京においてこの結果を適用し、図化器ステレオプロッターA8（ワイルド）を用いて縮尺1/2,000地形図作成のための航空写真図化作業を行った。図化器による地図は細部に渡り照査を行い、さらに縮尺1/500の地形図の平板測量結果を参照して最終的調整を行って作成された。

2.5 ムグリン道路の水準測量

ゴルカ—ムグリン—ナラヤンガール道路（ムグリン道路と呼ぶ）が、トリスルガンガ河沿いに走っている。この道路は、このプロジェクトが実現すると、その貯水池により部分的に水没してしまう。その場合、この道路は主要国道の1つであるため、水没箇所への付け替えは避け難いこととなる。このため必要となる道路付け替え費用の算定のために、既存のムグリン道路の標高調査を第2段階の現地調査で実施した。

道路の水没長を算定し付け替え道路の配置を検討するため、周囲の地形をも含めたムグリン道路の平面図ならびに縦断面図の作成が必要と考えられた。したがって、これらの図を作成するための測量作業を実施した。これらの測量作業は、既設水準点BM35からムグリン道路調査用の基準点として設置されたBM6までの直接水準測量、Fig.-A.4に示されるムグリン道路沿いの図根点測量、平面図作成のために必要な図根点からのスタジアおよび平板測量である。Fig.-A.5およびTable-A.6に、この測量結果を示す。

上述の測量結果を基にしたムグリン道路の平面図および縦断面図は、それぞれFig.-A.5と付属書（A）の終りに掲載した。また、縮尺1/10,000の地形図を用いて、その道路の周囲の地形を合成した。この既存の縮尺1/10,000地形図を縮尺1/5,000に拡大することで、その道路平面図とうまく組み合わせることができた。

上述の測量結果を基にして、本フィージビリティ調査で常時満水位が標高230mに設定された当プロジェクトの貯水池によって、ムグリン道路の約8kmの区間が水没してしまうことが判明した。

2.6 カリガンダキ第2プロジェクトサイトにおける標高調査

サプトガンダキのプロジェクトサイトからカリガンダキ川沿い約20kmの地点にカリガンダキ第2プロジェクトと呼ばれる水力発電計画地点がある。このプロジェクトは、かなり遅い時期になるかもしれないが、電力需要の増加に伴い将来実現する可能性がある。

サプトガンダキ計画の開発規模は、この上流の計画との組み合わせを考慮して決定されるべきである。つまりこの上流に計画されている発電所の放水位は、サプトガンダキプロジェクトの開発規模と密接に関連している。このため上流計画地点の標高は、正確に調査されるべきであると判断された。

カリガンダキ第2プロジェクトの標高調査は、Fig.-A.6に示すように基準点T7から

のトラバース測量によって実施された。想定されうるカリガンダキNo 2プロジェクトの3ヶ所のダムサイトにおける水位および河床高の測量結果を、Fig.-A.7およびTable-A.7に示す。図に示されているK 20の位置およびその標高は、露呈した堅い岩の上に明確に記した。Fig-A.7に見られるようにカリガンダキ第2プロジェクトサイトの河床は、調査の結果標高 218.5mから 219.9mの間であった。また河川水位は、(ただし、1982年2月初旬の値) 標高 219.9mから 222.1mの間であった。

SMECのプレフィージビリティレポートでは、カリガンダキ第2プロジェクトサイトの放水水位は、標高 220.0mと仮定されているが、このプレフィージビリティレポートで仮定されたカリガンダキ第2プロジェクトサイトの放水水位標高 220.0mは妥当な値であることが今回の調査で確認された。

2.7 河川横断測量

河床の正確な地形を調査するため、および将来必要に応じて河床変動の測定を可能にするために、Fig.-A.8に示すようにダムサイトからその下流約4 kmの地点まで、約 250 m間隔で河川横断測量が実施された。この将来の河床変動は、ダムサイトにおける既存の水位流量曲線の調整と関連がある。

先に述べたように、将来の河床変動を現在と同一の横断面で測定できるようにする必要があるので、河川横断測量用の基準点の設定、各横断面での座標の設定および各横断面沿いの水準測量からなる河川横断測量が行われた。

この河川横断測量のための基準点測量では2個の水準点が新たに設置されたが、この基準点測量はFig.-A.8に示されるルートに沿って、トラバース測量によって行われた。

各河川断面の両岸上の固定点の座標と標高は、Table-A.7に示すとおりであり、それらの点は、将来必要な場合現地での発見が容易であると思われる位置に、明確にかつ恒久的に設置された。

各断面の水準測量は約5 m間隔で実施したが、急傾斜部や平坦部に応じて適宜調整をしている。河の両岸部においては直接水準測量を実施した。また流水のある河床部に対する水準測量は、河を横断する綱を張り、ボートからの水深を測定することにより行った。

水深測定には目盛り付きのロープと7 kgの重りを使用した。この場合、流水により生ず

る誤差の調整が必要となったが、この調整は、重力方向に対するロープの傾斜角を測定することにより行われた。

上述の測量に基づいて作成された河川横断面図は、この付属書（A）の終わりの部分に掲載されている。

2.8 河床砂れき地の縮尺1/1,000地形図

ダムサイトの下流約4kmの地点に、コンクリート骨材採取用の大規模な河床砂れき堆積層がある。この河床砂れきの可採量を算定するため、その河床砂れき地においてテストピットの削穴および物理探査を実施した。上記の調査に加えて、より正確に可採量を算定するためにその河床砂れき地の地形図を作成することとした。

この地形図作成では、河川横断測量および物理探査用に実施された測量の結果および1974年に撮影された既存の航空写真が利用可能であったので、データを十分に活用して行うこととし、既存の航空写真を用いた航空写真図化用の地上標定点測量、および上記の利用可能なデータを補足するための平板測量を、Fig.-A.9に示すように実施した。

この地形図は航空写真図化により作成したが、これに上記の利用可能なデータおよび補足的な現地調査の結果に基づいて適宜調整を加えて作成された地形図は、この付属書（A）の終わりに添付されている。

2.9 既存1/10,000地形図の精度照査

第1段階の調査で収集された、将来の貯水池を含む計画地域全体の縮尺1/10,000の地形図は、貯水池の貯水容量の算定および貯水池による水没のため必要となる補償地域の評価などに使用する必要があった。この既存の地形図は、航空測量によって作成されその中にはある程度の誤差が含まれているものと想定されたので、選ばれた水準点および基準点の各々に関して、第2段階における実際の測量によって得られた標高や座標値と、この地形図から読み取られたそれらの値との差を比較することにより、この地形図の精度の照査を実施した。

上記の照査結果は、Table-A.9にまとめられている。この照査によって、この縮尺1/10,000の地形図の標高については平均8.5mの誤差があること、また座標については許容範囲内にあることが明らかとなった。

したがって、この地形図の等高線を10 m移動して使用することが実用的であると考えられた。(例えば、この地形図上の標高 200 mの等高線は、実際には標高 190 mと推定される。)

TABLES

TABLE-A.1: ELEVATION OF NEW BENCH MARKS

Bench Mark No.	Elevation in m	Remarks
BM35	193.586	Existing bench mark
BM1	207.954	Position is shown in Fig.-A.1
BM2	209.174	"
BM3	194.548	"
BM4	193.832	"
BM5	194.119	"
BM6	254.560	Position is shown in Fig.-A.4
BM101	189.401	Position is shown in Fig.-A.8
BM102	190.769	"

- Note:
- (i) The above elevations of the new bench marks were obtained by direct levelling from the existing bench mark, BM35.
 - (ii) The coordinate of each bench mark was obtained by the control point survey. It is given in Table-A.2.

Table-A.2 RESULTS OF CONTROL POINT SURVEY

Station No.	Northing (X) in m	Easting (Y) in m	Elevation in m
T1	3,070,126.70	545,160.20	240.41
T2	3,070,773.55	544,040.93	225.36
T3	3,069,559.47	543,601.83	201.63
T4	3,069,110.10	541,685.31	251.89
T5	3,066,527.49	541,539.91	234.45
T6	3,065,861.20	538,609.60	191.23
T7	3,066,631.85	537,284.34	212.58
T8	3,065,126.74	535,994.56	182.20
T9	3,064,181.47	531,658.97	182.54
T10	3,063,069.69	530,808.96	174.62
T11	3,063,719.28	530,251.29	187.00
T5-1	3,065,212.86	540,704.49	196.07
T5-2	3,067,728.86	540,531.94	572.53
EM1	3,068,493.54	542,209.74	207.954
BM2	3,068,303.61	541,968.17	209.174
BM3	3,067,568.23	542,368.10	194.548
BM4	3,067,502.03	542,176.35	193.832
BM5	3,065,649.49	543,002.87	194.119
BM6	3,072,423.24	546,657.38	254.560

Table-A.3: RESULTS OF MINOR CONTROL POINT SURVEY

Station No.	A.3(1)		
	Northing (X) in m	Easting (Y) in m	Elevation in m
BM 1	3,068,493.54	542,209.74	207.954
2	8,303.61	1,968.17	209.174
3	7,568.23	2,368.10	194.548
4	7,502.03	2,176.35	193.832
CL-L- 1	8,598.54	2,138.27	186.61
2	8,379.92	2,248.90	186.50
3	8,100.97	2,300.12	185.70
4	7,809.90	2,349.99	187.53
5	7,354.94	2,442.17	185.06
CS-R- 1	8,552.05	1,936.55	186.16
2	8,324.40	2,041.91	185.90
3	8,066.79	2,100.22	187.44
4	7,812.24	2,129.94	187.06
5	7,290.19	2,274.19	185.18
L 1	8,468.42	2,264.60	214.53
2	8,492.91	2,332.13	221.43
3	8,432.35	2,414.08	231.21
4	8,452.99	2,486.00	236.37
5	8,484.45	2,596.47	240.93
6	8,494.22	2,716.39	267.85
15	8,361.76	1,711.65	287.87
16	8,315.09	1,732.75	280.30
17	8,273.51	1,761.46	276.64
18	8,429.48	2,755.63	271.86
19	8,398.81	2,832.59	272.73
20	8,276.30	2,893.66	271.77
21	8,172.66	2,856.81	264.07
22	8,121.39	2,693.32	256.15
23	8,074.89	2,710.67	256.20
24	8,014.56	2,682.76	254.71
L 25	8,029.15	2,596.36	251.72

- to be continued -

Station No.	Northing (X) in m	Easting (Y) in m	Elevation in m
L 26	8,033.95	2,542.94	238.14
27	8,030.47	2,474.89	233.56
28	8,023.01	2,391.37	200.06
50	8,130.68	2,860.11	262.86
51	8,006.07	2,869.45	256.66
52	7,984.14	2,946.45	261.36
53	7,903.92	2,942.34	259.10
54	7,812.83	2,946.58	257.93
55	7,712.06	3,004.42	257.84
56	7,623.16	3,039.19	257.18
57	7,524.70	2,974.24	254.44
58	7,558.48	2,831.35	249.63
59	7,450.74	2,779.72	245.39
60	7,286.97	2,552.98	203.03
61	7,419.99	2,493.38	200.44
62	7,518.12	2,480.36	199.82
63	7,592.81	2,444.76	200.27
64	7,721.21	2,560.06	232.60
65	7,753.31	2,679.85	249.77
66	7,757.33	2,797.32	254.82
67	7,825.62	2,896.71	255.49
68	7,786.45	2,907.41	254.06
L56-1	7,436.24	3,021.38	246.74
59-1	7,511.96	2,666.37	230.98
65-1	7,805.85	2,615.61	241.83
66-1	7,662.24	2,811.93	252.77
68-1	7,720.75	2,877.29	235.62
R 1	8,302.59	1,898.82	224.17
2	8,203.80	1,812.80	284.00
3	7,946.68	2,072.08	206.34
4	7,921.79	1,962.32	251.54
5	8,101.95	1,903.48	258.90
6	8,132.27	1,876.53	273.55
R 7	8,178.59	1,968.78	219.50

- to be continued -

Station No.	Northing (X) in m	Easting (Y) in m	Elevation in m
R 14	8,411.00	1,705.42	284.34
15	8,361.76	1,711.65	287.87
16	8,315.09	1,732.75	280.30
17	8,273.51	1,761.46	276.64
70	7,398.27	2,210.73	192.16
71	7,237.00	2,123.51	241.27
72	7,242.19	2,021.50	258.45
73	7,320.55	1,881.00	287.66
74	7,420.56	1,927.39	275.52
75	7,488.94	1,943.50	269.45
76	7,596.58	1,845.17	286.34
77	7,713.90	1,834.40	278.16
78	7,762.37	1,910.36	251.34
79	7,889.99	1,940.75	268.00
R 3-1	7,747.60	2,062.36	212.37
R 3-2	7,820.40	1,936.74	214.08
BM4-1	7,581.27	2,065.78	248.74
R77-1	7,662.16	1,892.88	287.31
74-1	7,452.15	2,038.47	253.04

Table-A.4: RESULTS OF SURVEY FOR GROUND CONTROL POINTS
FOR 1/2,000 AERO-PHOTO MAPPING

Station No.	Northing (X) in m	Easting (Y) in m	Elevation in m
GC1	3,069,718.94	542,447.82	223.85
P ₁	686.81	453.33	222.99
P ₂	721.86	433.41	223.76
P ₃	696.14	397.22	222.75
GC2	3,069,296.88	541,511.26	254.51
P ₁	293.74	496.90	255.52
P ₂	290.86	494.83	255.55
P ₃	289.47	483.02	254.73
BM1	3,068,493.54	542,209.74	207.95
P ₁	486.88	203.10	207.52
P ₂	476.64	211.55	207.16
BM3	3,067,568.23	542,368.10	194.55
P ₁	578.72	370.23	193.75
P ₂	567.50	388.79	196.06
BM4	3,067,502.03	542,176.35	193.83
P ₁	524.29	164.97	196.07
P ₂	499.30	170.23	192.43
GC3	3,065,687.72	543,223.25	212.12
P ₁	794.54	256.73	212.70
P ₂	792.33	317.79	212.93
P ₃	723.58	285.42	212.69
GC4	3,066,336.66	541,736.93	208.73
P ₁	386.18	777.95	210.44
P ₂	335.95	688.94	208.67

Note: P₁, P₂ and P₃ above are photo control points to be used as supplemental control points in mapping

Table-A.5: RESULTS OF CONTROL POINT SURVEY
FOR MUGLING ROAD

Station No.	Northing (X) in m	Easting (Y) in m	Elevation in m
BM6	3,072,423.24	546,657.38	254.56
M 0	3,071,994.32	546,572.90	212.41
M-2	3,070,607.94	547,165.11	241.373
M+2	3,072,679.88	546,054.29	221.02
3	3,072,789.00	545,906.60	219.34
4	3,072,847.27	545,802.49	212.50
5	3,073,463.24	544,186.68	219.51
6	3,073,498.55	544,601.70	227.01
7	3,073,479.03	543,894.66	229.52
8	3,073,499.02	543,488.71	220.30
9	3,073,541.83	543,415.51	221.07
10	3,073,779.81	543,274.82	221.34
11	3,073,280.01	542,967.06	219.68
12	3,074,666.06	542,764.68	217.06
13	3,075,041.13	542,710.72	231.06
14	3,076,025.87	542,746.76	228.70
15	3,076,429.75	542,771.89	223.99
16	3,076,934.81	542,877.63	226.07
17	3,077,049.27	542,916.91	223.87
18	3,077,172.70	542,999.23	231.22
19	3,077,901.87	543,957.68	246.60
20	3,078,105.90	544,091.02	247.30
20-1	3,078,157.44	544,223.08	253.67
21	3,077,824.32	546,120.41	232.68

Table-A.6: ELEVATION OF MUGLING ROAD

A.6(1)

Station No.	Distance	Elevation	Accumulated Distance	Remarks
M-2	0.0	241.37	0.0	
	181.5	233.22	181.5	
	66.5	231.64	248.0	
	482.0	219.56	730.0	
	147.5	219.28	877.5	
	99.0	219.11	976.5	
	181.5	217.89	1,158.0	
	78.0	215.23	1,236.0	
	42.0	213.98	1,278.0	
	299.0	212.15	1,577.0	
	36.0	211.78	1,613.0	Bridge L = 50.0 m
	50.0	211.76	1,663.0	
	67.0	211.71	1,730.0	
	293.5	219.99	2,023.5	
	208.0	221.79	2,231.5	
	126.5	223.51	2,358.0	
M+2	94.0	221.02	2,452.0	
	71.5	219.96	2,523.5	Bridge L = 38.0 m
	38.0	219.97	2,561.5	
	59.0	219.82	2,620.5	
M+3	14.5	219.34	2,635.0	
	69.0	215.60	2,704.0	
M+4	51.0	212.50	2,755.0	
	88.5	209.37	2,843.5	
	52.5	209.44	2,896.0	Bridge L = 4.0 m
	155.0	210.66	3,051.0	
	113.0	212.34	3,164.0	Bridge L = 4.0 m
	115.0	217.39	3,279.0	
	162.0	218.24	3,441.0	
	92.0	219.72	3,533.0	
	331.0	219.96	3,864.0	Bridge L = 14.0 m

- to be continued -

Station No.	Distance	Elevation	Accumulated Distance	Remarks
M+4	14.0	219.96	3,878.0	
	94.0	221.16	3,972.0	
	32.0	221.52	4,004.0	
	106.5	210.61	4,110.5	
	121.0	221.12	4,231.5	
	24.0	-	4,255.5	
	47.0	221.37	4,302.5	
	60.5	221.40	4,363.0	
	118.0	216.56	4,481.0	
M+5	94.0	219.51	4,575.0	
	42.0	221.44	4,617.0	Bridge L = 4.0 m
	64.0	223.74	4,681.0	
M+6	88.5	227.01	4,769.5	
	80.5	229.68	4,850.0	
M+7	31.0	229.52	4,881.0	
	26.0	228.43	4,907.0	
	39.5	225.56	4,946.5	
	110.5	219.10	5,057.0	Bridge L = 38.5 m
M+8	229.0	220.30	5,286.0	
M+9	84.0	221.07	5,370.0	
	36.0	221.30	5,406.0	
	46.5	221.30	5,452.5	Bridge L = 4.0 m
	154.5	221.22	5,607.0	
M+10	41.5	221.34	5,648.5	
	69.0	220.76	5,717.5	
	62.0	217.76	5,779.5	
	111.0	214.89	5,890.5	
	94.5	215.66	5,985.0	
	170.5	218.76	6,155.5	
M+11	89.5	219.68	6,245.0	
	159.0	219.66	6,404.0	
M+12	279.0	217.06	6,683.0	
	147.5	223.20	6,830.5	
	144.0	228.27	6,974.5	

- to be continued -

Station No.	Distance	Elevation	Accumulated Distance	Remarks
M+12	44.5	-	7,019.0	
M+13	42.0	231.06	7,061.0	
	172.0	226.78	7,233.0	
	102.0	230.21	7,335.0	
	52.0	230.98	7,387.0	
	141.0	230.40	7,528.0	
	45.0	229.78	7,573.0	
	37.5	228.60	7,610.5	Bridge L = 27.5 m
	27.5	228.60	7,638.0	
	29.0	228.40	7,667.0	
	153.0	228.52	7,820.0	
	83.0	228.64	7,903.0	
	53.0	228.41	7,956.0	
	85.0	228.50	8,041.0	Bridge L = 24.0 m
	24.0	228.50	8,065.0	
M+14	5.0	228.70	8,070.0	
	29.0	228.65	8,099.0	
	90.0	226.44	8,189.0	
	94.0	224.11	8,283.0	
	73.0	223.96	8,356.0	
M+15	138.0	223.99	8,494.0	
	122.0	223.63	8,616.0	
	76.5	220.98	8,692.5	
	84.0	223.55	8,776.5	
	43.0	225.73	8,819.5	Bridge L = 4.0 m
	4.0	225.73	8,823.5	
	63.0	226.79	8,886.5	
	116.0	226.70	9,002.5	
M+16	38.0	226.07	9,040.5	
	70.0	223.57	9,110.5	
M+17	51.5	223.87	9,162.0	
M+18	149.0	231.22	9,311.0	
	32.0	230.34	9,343.0	
	67.0	228.36	9,410.0	

- to be continued -

Station No.	Distance	Elevation	Accumulated Distance	Remarks
M+18	176.0	223.38	9,586.0	
	89.7	224.96	9,675.7	Bridge L = 4.3 m
	4.3	224.96	9,680.0	
	69.0	228.16	9,749.0	
	76.5	234.75	9,825.5	
	18.5	236.35	9,844.0	
	174.5	246.78	10,018.5	
	52.0	249.45	10,070.5	
	243.0	252.13	10,313.5	
	141.0	252.11	10,454.5	
M+19	123.5	246.60	10,578.0	
	51.0	244.32	10,629.0	
	52.0	243.81	10,681.0	Bridge L = 56.0 m
	56.0	243.81	10,737.0	
M+20	98.0	247.30	10,835.0	
	134.0	254.37	10,969.0	
	281.0	-	11,250.0	
	154.0	245.05	11,404.0	
	562.0	261.78	11,966.0	
	455.0	245.60	12,421.0	
	89.0	246.59	12,510.0	
	332.0	-	12,842.0	Bridge L = 15.0 m
	15.0	-	12,857.0	
	20.0	246.54	12,877.0	
M+21	292.0	232.68	13,169.0	
	72.0	231.30	13,241.0	Bridge L = 32.0 m
	32.0	231.30	13,273.0	
	325.0	247.80	13,598.0	

Table-A.7: SURVEY RESULTS FOR KALI GANDAKI
NO.2 PROJECT SITE

Station No.	Northing (X) in m	Easting (Y) in m	Elevation in m
DS-1	3,076,985.36	529,966.93	223.51
River bed			218.70
River water			222.00
DS-2	3,077,161.29	529,906.41	222.78
River bed			219.90
River water			222.10
K20	3,076,728.37	529,972.99	227.42
River bed			218.50
River water			219.90

Table-A.8: COORDINATE AND ELEVATION OF THE FIXED POINT
ON THE RIVER CROSS SECTION

Station No.	Right Bank		Elevation in m	Left Bank		Elevation in m
	Northing (X) in m	Eastng (Y) in m		Northing (X) in m	Eastng (Y) in m	
CS-1	3,068,552.05	541,936.55	186.16	3,068,598.54	542,138.27	186.61
CS-2	3,068,324.40	542,041.91	185.90	3,068,379.92	542,248.90	186.50
CS-3	3,068,063.85	542,116.20	186.61	3,068,088.54	542,295.72	185.06
CS-4	3,067,803.89	542,131.80	186.62	3,067,817.21	542,345.45	184.47
CS-0	3,067,526.39	542,166.85	195.88	3,067,562.90	542,364.15	191.54
CS-5	3,067,284.90	542,273.69	186.80	3,067,343.51	542,440.20	183.91
CS-6	3,067,058.27	542,349.03	189.45	3,067,098.11	542,533.17	185.59
CS-7	3,066,844.60	542,365.47	190.22	3,066,867.27	542,613.39	184.20
CS-8	3,066,611.74	542,454.75	184.45	3,066,634.54	542,653.19	185.25
CS-9	3,066,365.67	542,496.14	185.79	3,066,393.42	542,688.06	185.17
CS-10	3,066,115.75	542,572.11	185.12	3,066,174.76	542,795.25	183.77
CS-11	3,065,871.42	542,632.97	183.77	3,065,888.24	542,834.82	184.51
CS-12	3,065,621.12	542,620.30	184.92	3,065,624.80	542,888.04	183.92
CS-13	3,065,360.73	542,547.88	186.22	3,065,149.07	542,770.96	182.88
CS-14	3,065,221.42	542,386.65	189.43	3,065,041.60	542,460.87	183.30
CS-15	3,065,043.10	542,092.59	183.63	3,064,873.10	542,212.12	184.82
CS-16	3,064,954.08	541,901.62	182.31	3,064,769.86	542,024.91	183.20
CS-17	3,064,907.40	541,713.45	184.74	3,064,627.22	541,868.05	184.38
CS-18	3,064,724.90	541,416.00	181.75	3,064,498.52	541,576.61	181.87
CS-19	3,064,665.32	541,158.06	181.39	3,064,429.62	541,299.32	183.13

Table-A.9 RESULT OF ACCURACY CHECK OF
EXISTING 1/10,000 TOPOGRAPHIC MAP

Checked Station No.	Map Sheet No.	Difference in Northing in m	Difference in Easting in m	Difference in Elevation in m
No. 2	M18	0	0	-2.8
EM6	N18	"	"	-9
M0	"	"	"	-8
M+2	"	"	"	-3
T1	"	"	"	-3
T2	"	"	"	-4
T3	018	"	"	-12
T4	"	"	"	-5
BM1	"	"	"	-4
BM2	"	"	"	-9
BM3	"	"	"	-14
BM4	"	"	"	-10
BM5	"	"	"	-14
GC3	"	"	"	-11
T5	"	"	"	-11
T6	017	"	"	-10
T7	"	"	"	-10
T8	"	"	"	-12
T9	P16	"	"	-6
T10	"	"	"	-10
T11	"	"	"	-12
No. 39	"	"	"	-8
Mean		0	0	-8.54

FIGURES

INDIAN TRIANGULATION COORDINATES :

Station No.	Easting	Northing	Height	Remarks
1	540 525.5	3 067 729.7	568.2	Gauchaol
2	542 438.1	3 075 919.5	1184.2	Kapilas
36	529 932.7	3 063 640.8		Bherbari

NOTE :
 All coordinates are expressed in meters and Universal Transverse Mercator (UTM) coordinates in Grid Zone 44 S with Central meridian of 84° East reading 500,000 meters.

LEGEND :

- △ No. 1 : Indian Survey Triangulation Points
- BM : New Bench marks
- BM : Existing bench marks
- GC : Ground control points for aero-photo mapping
- T : Main traverse stations

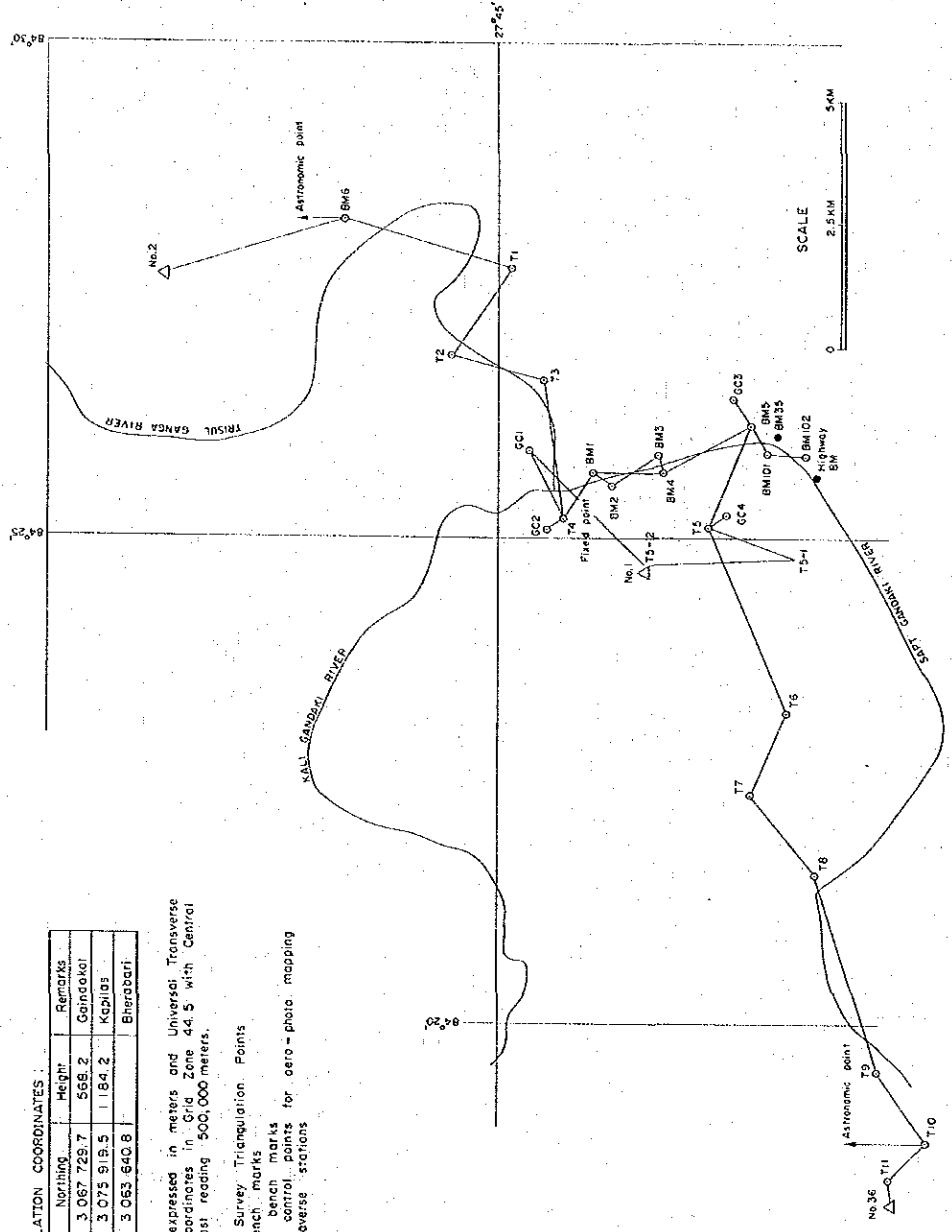
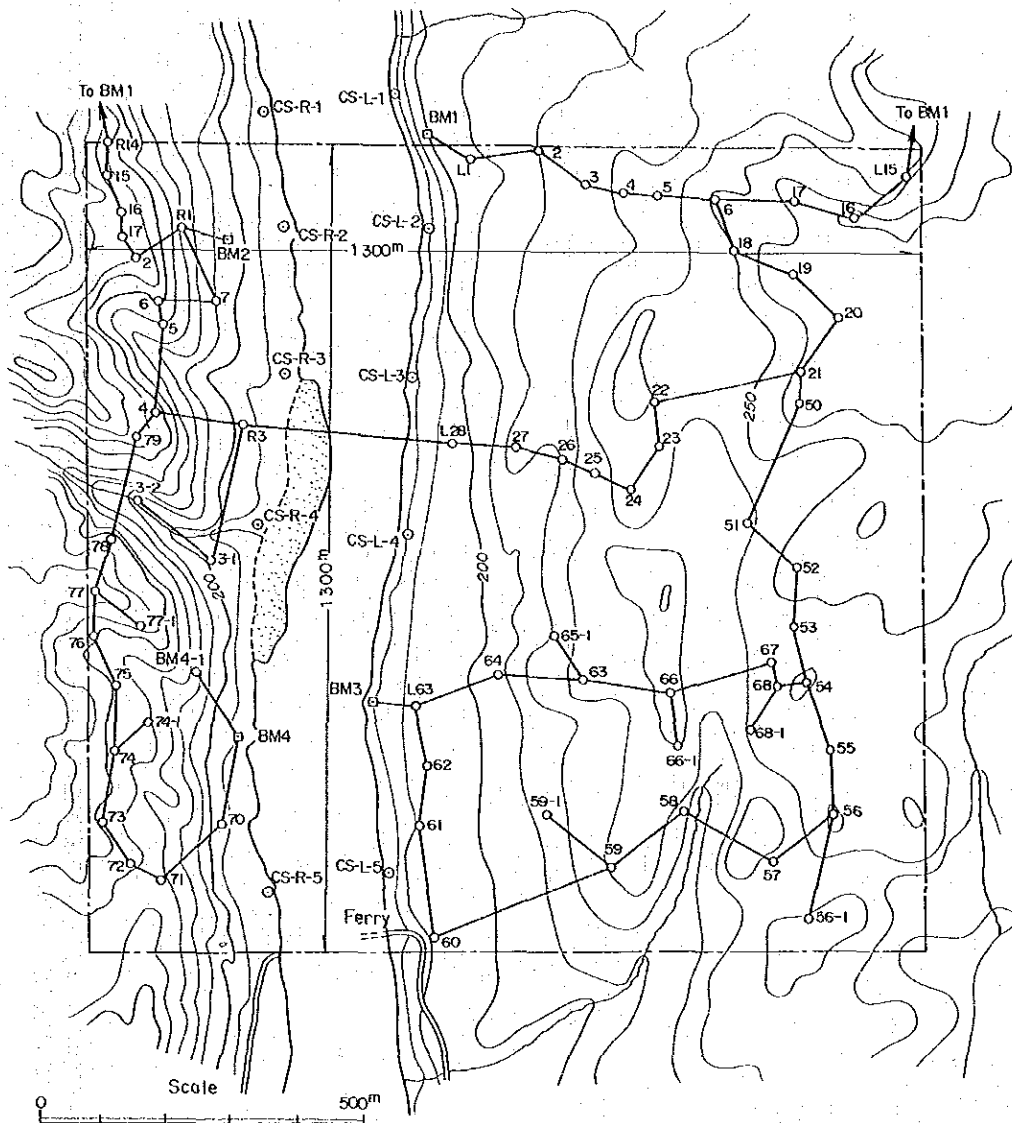


FIG- A.1 : LOCATION MAP OF BENCH MARKS AND CONTROL POINTS



Legend :

- : Bench marks
- : Minor control points
- ⊙ : Control points of river cross section survey
- : Traverse route
- : Area of 1/500 topographic Map (Total area = 169 ha)

FIG-A.2 : AREA OF PREPARATION OF 1/500 TOPOGRAPHIC MAP AND LOCATION OF MINOR CONTROL POINTS AROUND DAMSITE

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
 POWER DEVELOPMENT PROJECT
 FEASIBILITY REPORT
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

FIG- A.3

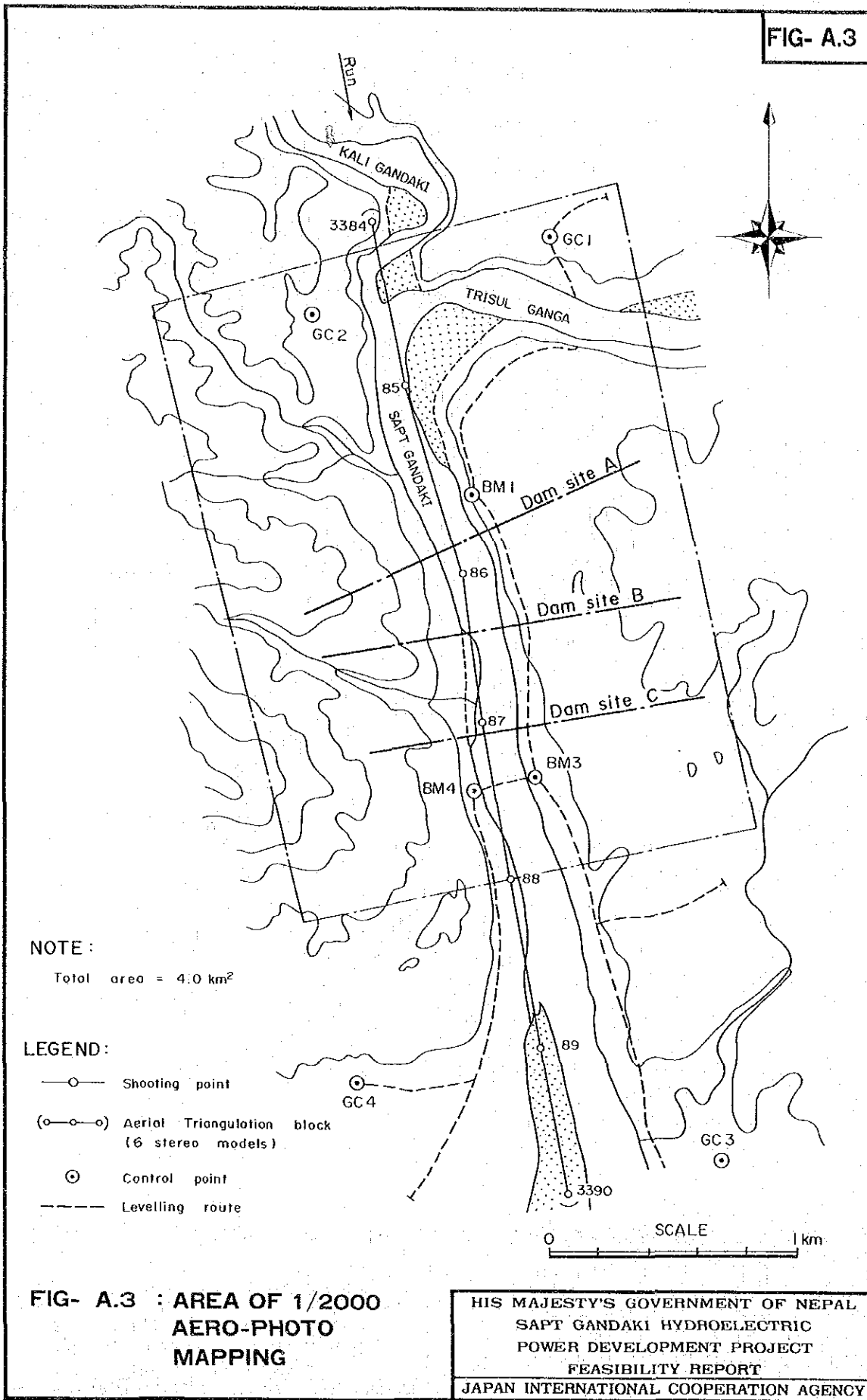


FIG- A.4

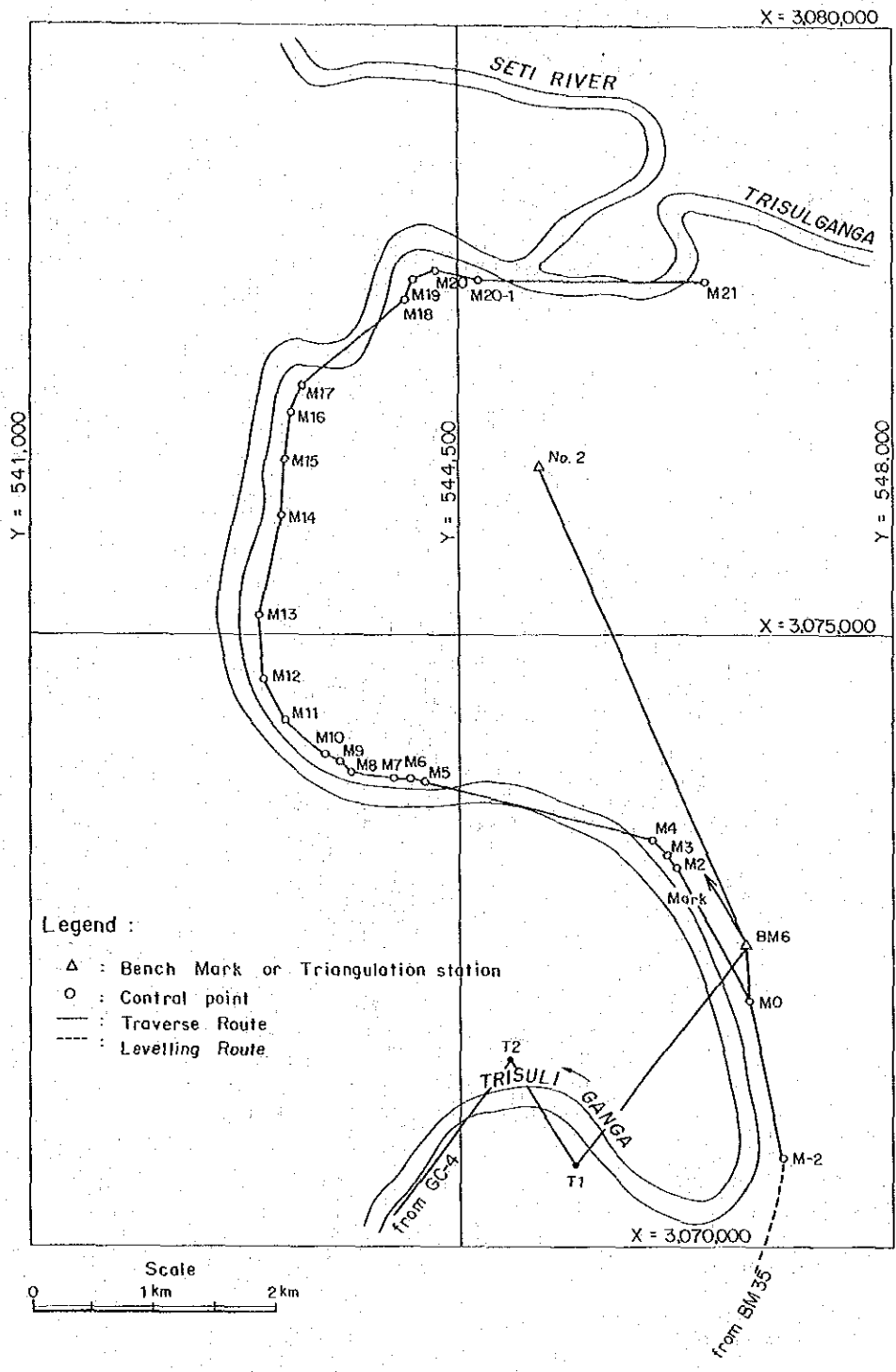
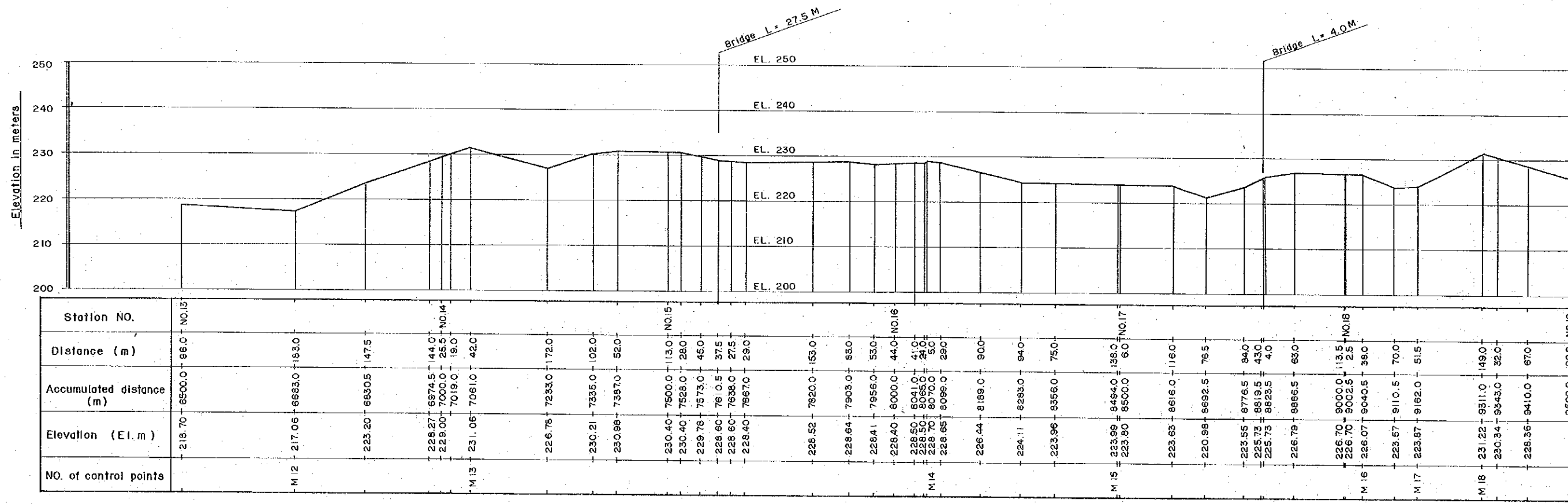
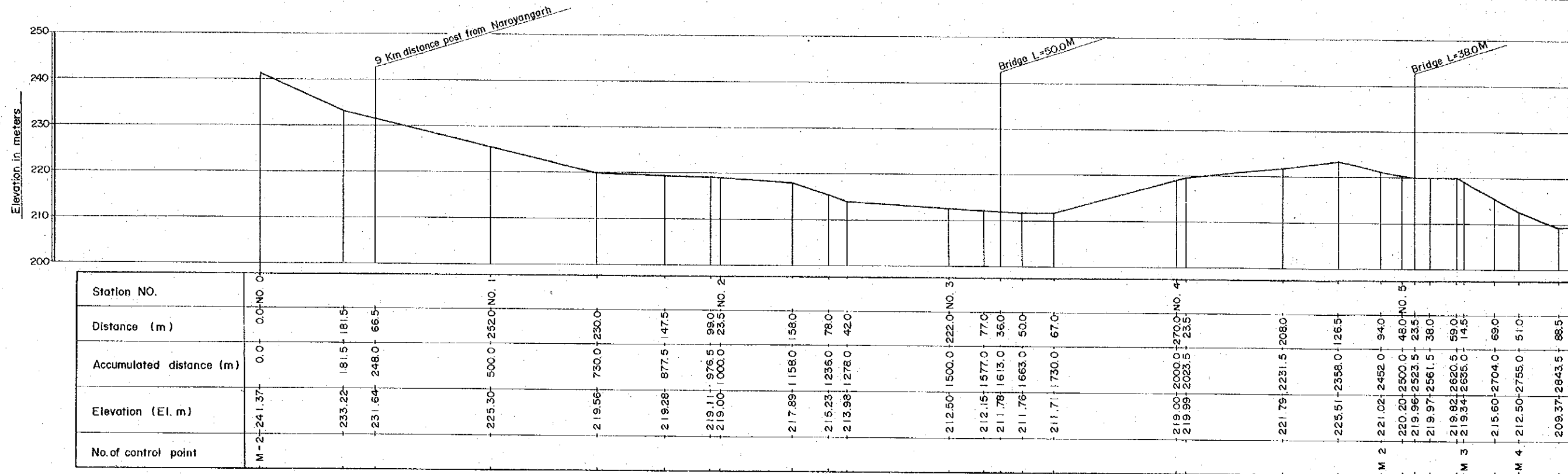


FIG-A.4 : LOCATION MAP OF MUGLING ROAD CONTROL SURVEY

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT PROJECT
FEASIBILITY REPORT
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



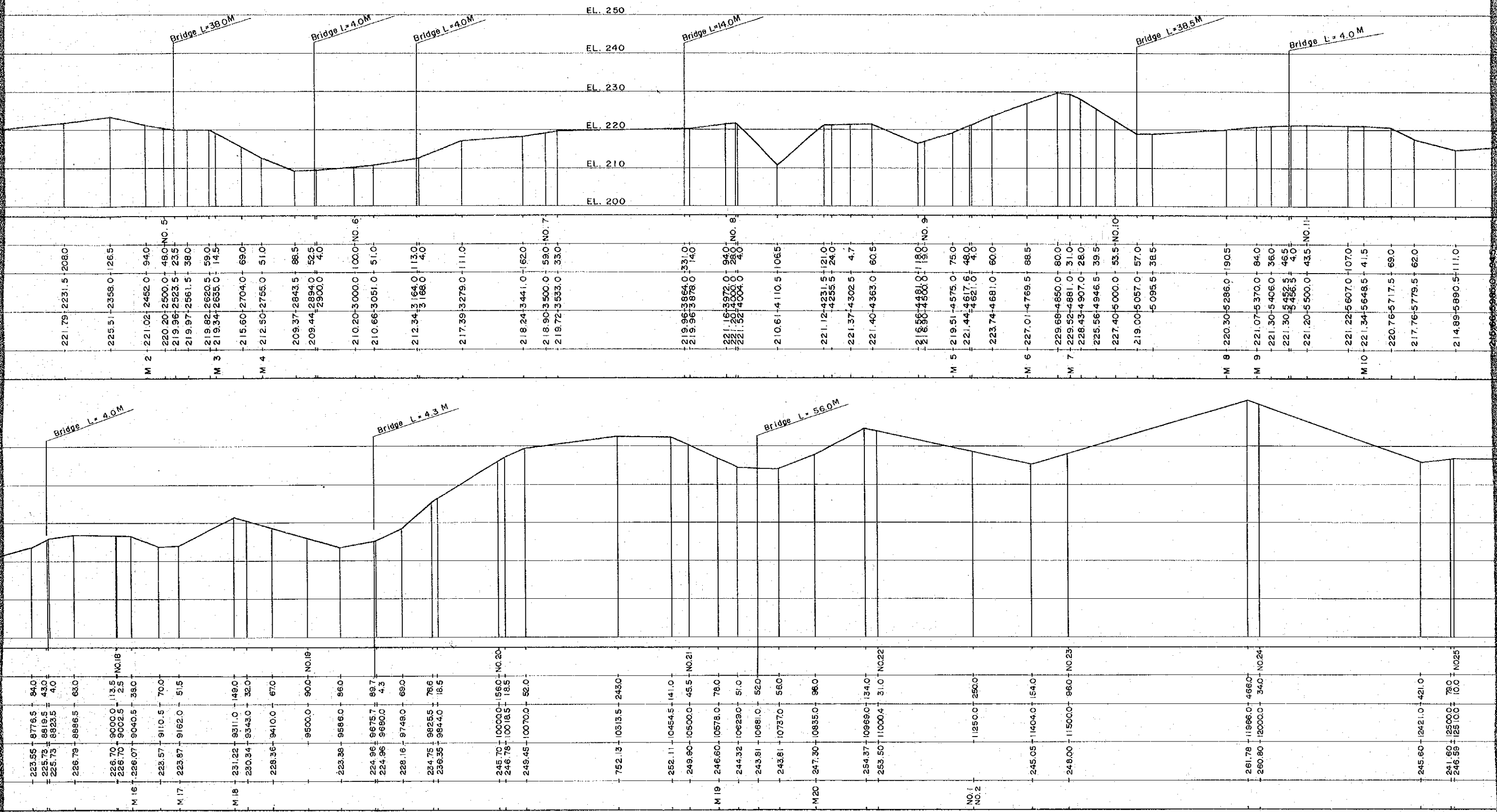


FIG- A. 5 :
LONGITUDINAL

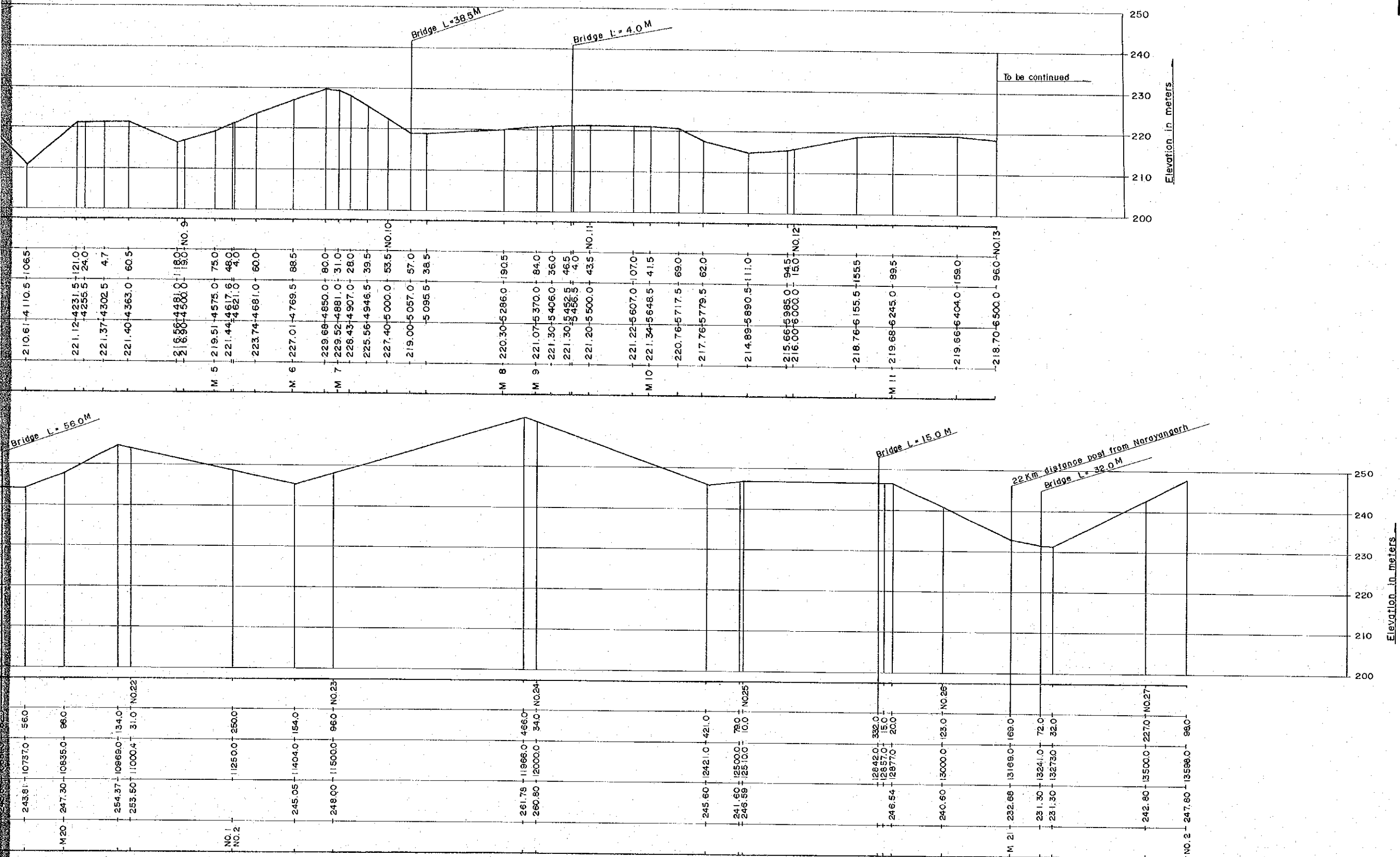


FIG- A. 5 :
LONGITUDINAL PROFILE OF MUGLING ROAD

FIG- A.6

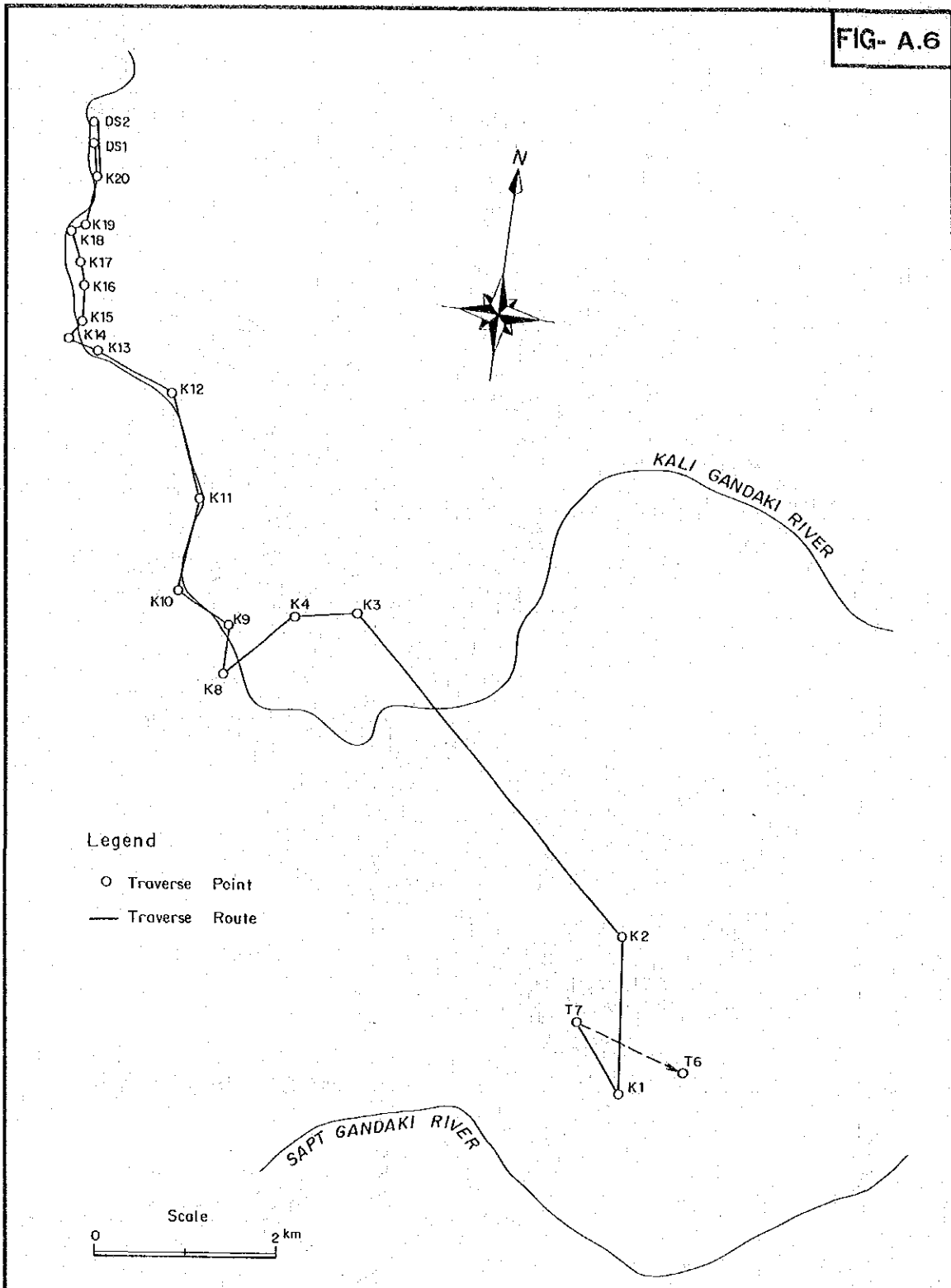


FIG-A.6 : LOCATION MAP OF KALI GANDAKI CONTROL SURVEY

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT PROJECT
FEASIBILITY REPORT
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

FIG- A.7

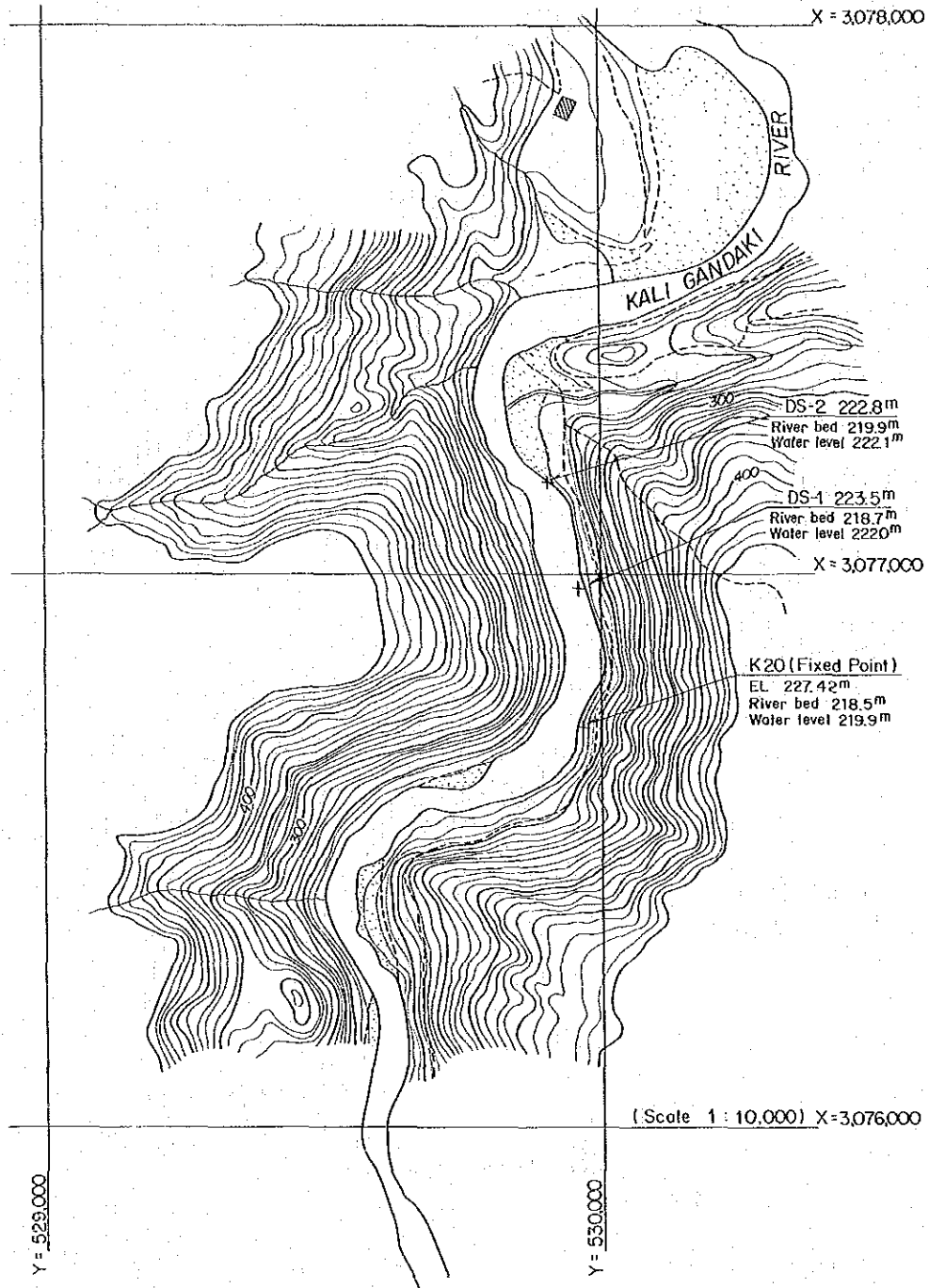


FIG-A.7 : LOCATION AND SURVEY RESULT FOR KALI GANDAKI NO.2 PROJECT SITE

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT PROJECT
FEASIBILITY REPORT
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

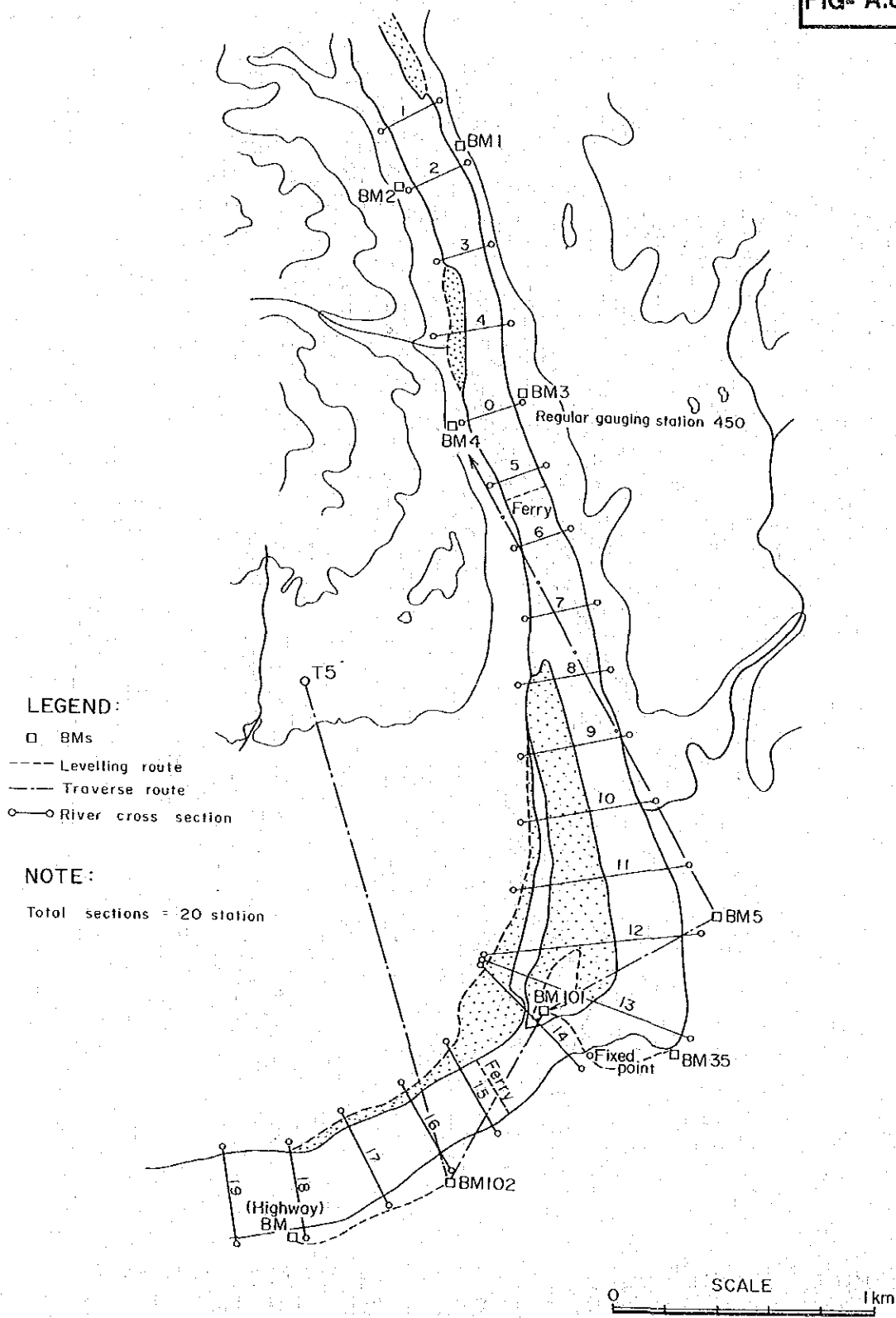
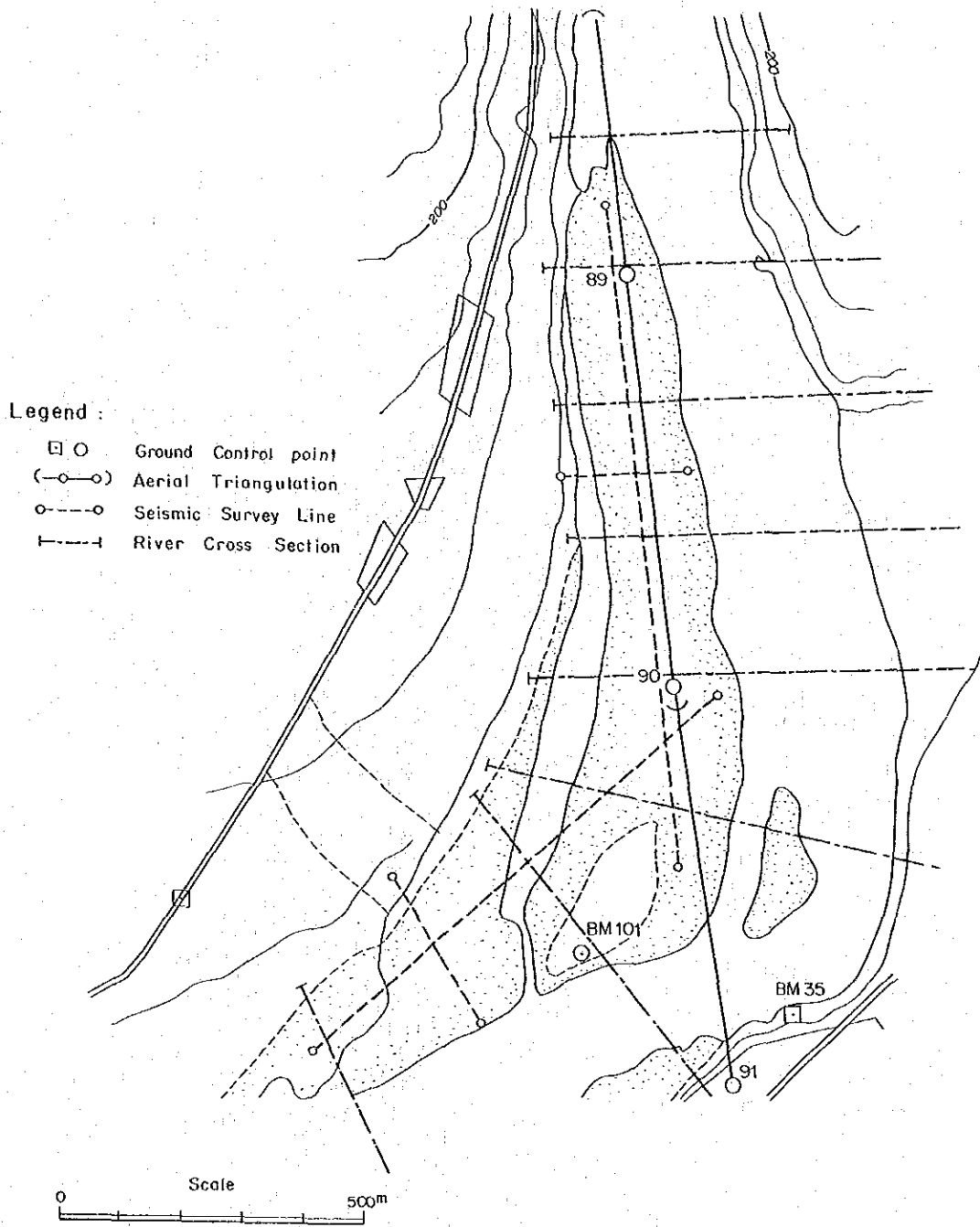


FIG- A.8 : LOCATION MAP OF RIVER CROSS SECTIONS

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
 POWER DEVELOPMENT PROJECT
 FEASIBILITY REPORT
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



**FIG-A.9 : SURVEYS CARRIED OUT FOR GRAVEL DEPOSIT
IN 4 KM DOWNSTREAM FROM THE DAMSITE**

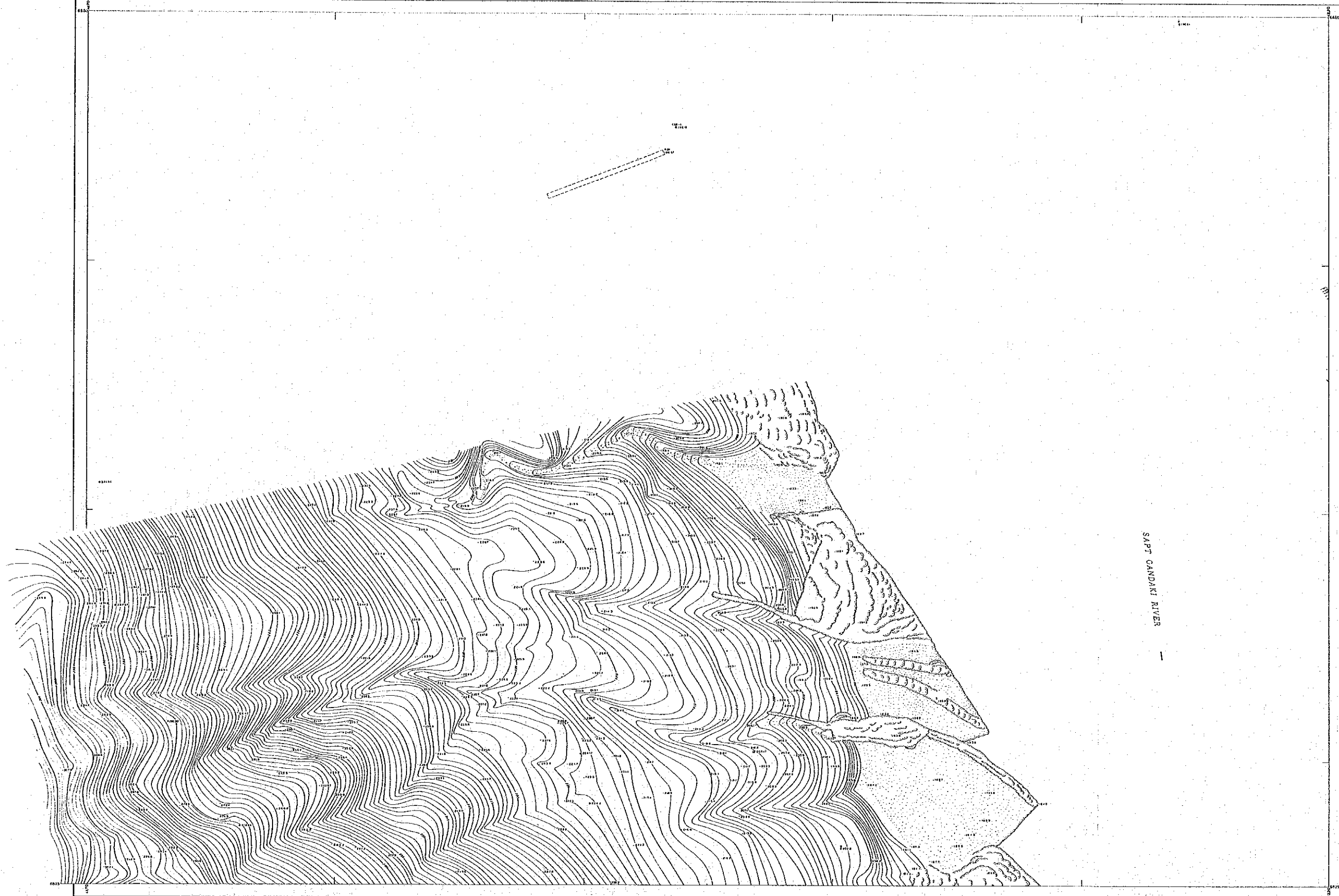
HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT PROJECT
FEASIBILITY REPORT
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

ATTACHMENTS

I

TOPOGRAPHIC MAP AROUND DAMSITE
OF 1 TO 500 IN SCALE (14 SHEETS)

DAMSITE I

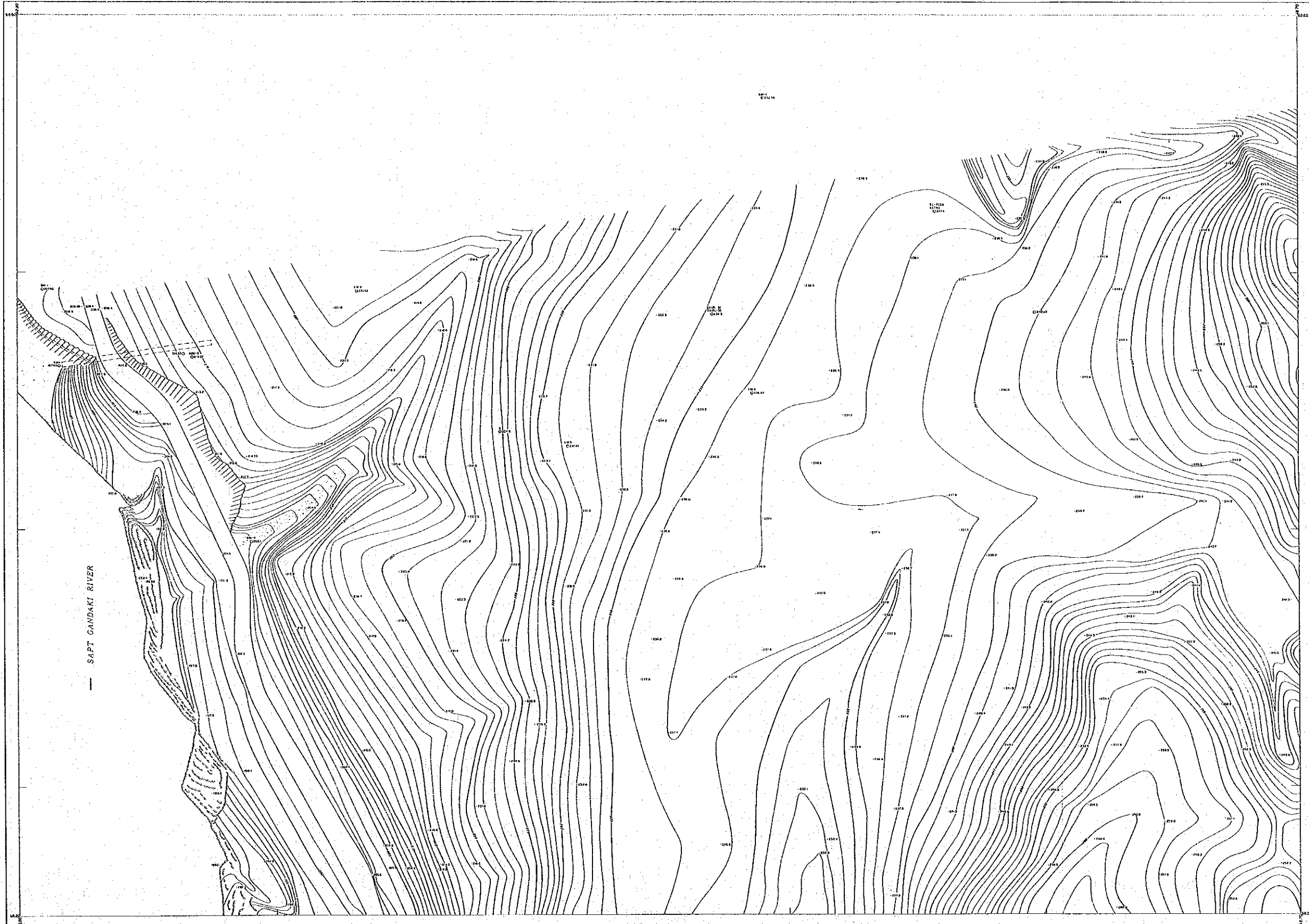


Mapred by Jagan International Corporation
Agency for the purpose of Sapta Gandaki Hydroelectric
Power Development Project Feasibility Study.

LEGEND			
Contour Interval (1m)	1m	Flow Direction	→
Spot Elevation	214	Flow Area	▭
Vertical Curve	—	Cutting	▭
Fill	▭	Embankment	▭
Subsidence	▭	Depression	▭
Ridge	▭	CSI	▭
Party	▭	Barrel	▭
		Spillway	▭

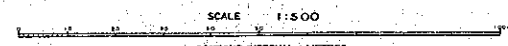
SCALE 1:500
CONTOUR INTERVAL 1 METRES
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
Longitude of origin: Central meridian 84° 15' E
Latitude of origin: 28° 00' 00" N
False northing: 0 metres
False easting: 500000 metres
Scale factor at the central meridian: 0.9999
Zone number: 48 S
Spheroid: Everest

INDEX TO ADJOINING SHEETS		
1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	



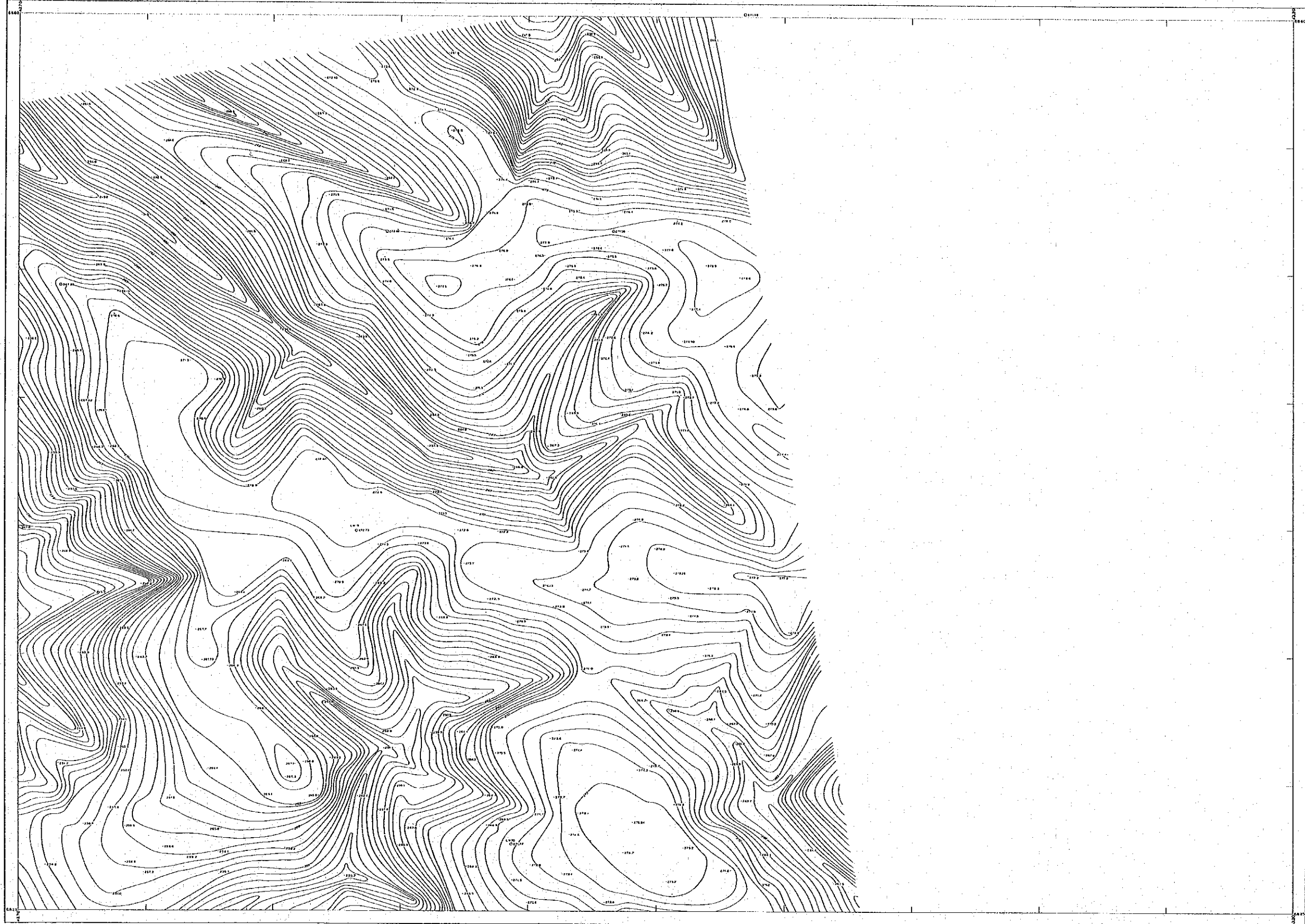
Maped by Japan International Corporation
Agency for the purpose of Sapta Gandaki Hydroelectric
Power Development Project Feasibility Study.

LEGEND			
Contour interval 10M	□	River Stream	———
Spot Elevation	• 218	Flow Arrow	→
Forest Road	———	Cutting	———
Tail	———	Settlement	———
Block	□	Depression	———
Block	□	Canal	———
Ferry	———	Road	———
		Grass	———
		Field	———



SCALE 1:500
CONTOUR INTERVAL 1 METRES
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
Longitude of origin: Central meridian 82° 30' E
Latitude of origin: 27° 30' N
False Easting: 500,000 metres
False Northing: 10,000,000 metres
Zone number: 48 S UTM Zone
Spheroid: Everest

INDEX TO ADJOINING SHEETS		
1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	



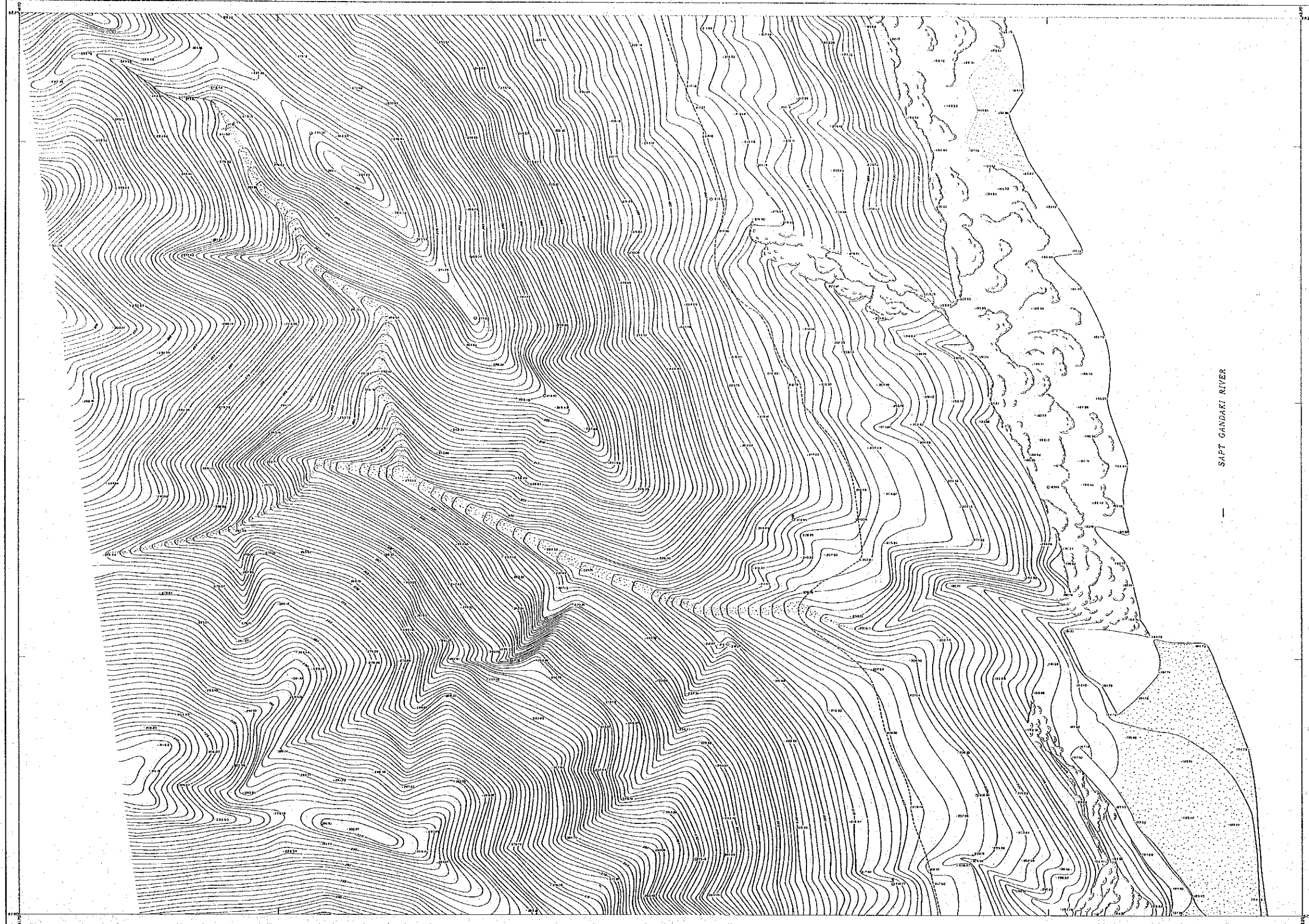
Maped by James International Corporation
Agency for the purpose of Sapta Gandaki Hydroelectric
Power Development Project Feasibility Study.

LEGEND			
Control station (BM)	BS	Flow Arrows	Flow Arrows
Spot Elevation	• 100	Flow Arrows	Flow Arrows
Formed Road	—	Cutting	—
Tail	—	Embankment	—
Subsidiary	□	Depression	—
Stages	—	Contour	—
Ferry	—	Spot Elevation	• 100

SCALE 1:500

CONTOUR INTERVAL 1 METRES
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
Longitude of origin: Central meridian 84° 30' E
Latitude of origin: 27° 30' N
False northing: 100000
False easting: 500000
Scale factor at the central meridian: 0.9999
Zone number: 48 U.T.M. Zone
Datum: Everest

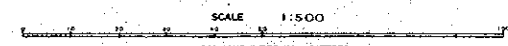
WOOD TO ADJOINING SHEETS		
1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	



SAPT GANDAKI RIVER

Mapped by Japan International Corporation
Agency for the purpose of Sapta Gandaki Hydroelectric
Power Development Project Feasibility Study.

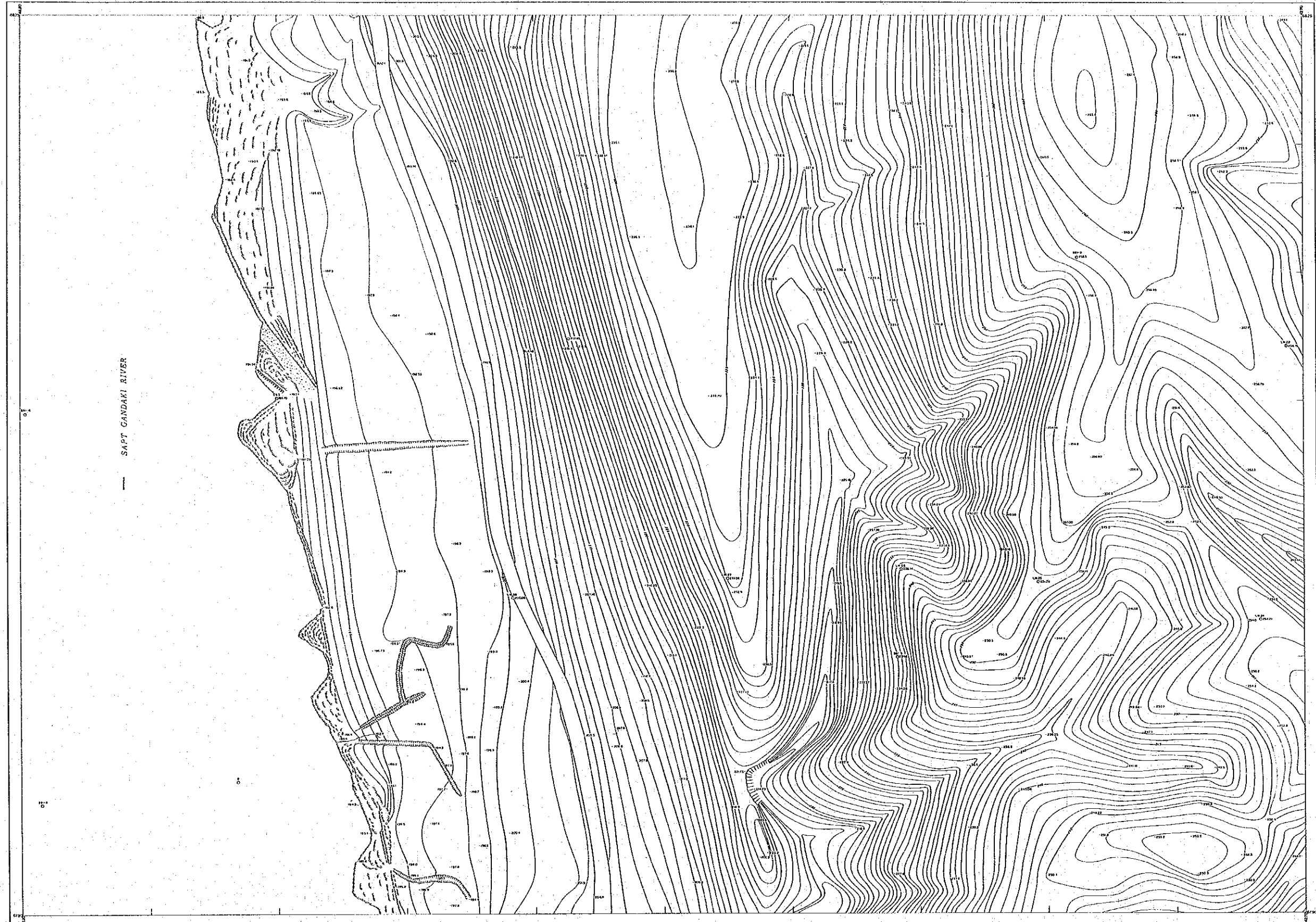
LEGEND			
Contour interval 100m	□	Flow Stream	□
Spot Elevations	•	Flow Arrow	→
Perennial Runoff	—	Dam	—
Tidal	—	Schedule	—
Buildings	□	Operation	—
Ferry	—	Old road	—
		Spill	—
		Steady Lead	—
		Wire	—
		Fence	—



CONTOUR INTERVAL 1 METRES
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
Longitude of origin: Central meridian 84 East
Latitude of origin: 28 20 North
False Easting: 500000 metres
False Northing: 1000000 metres
Zone number: 48 S
Datum: Everest

INDEX TO ADJOINING SHEETS		
1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	

DAMSITE 5



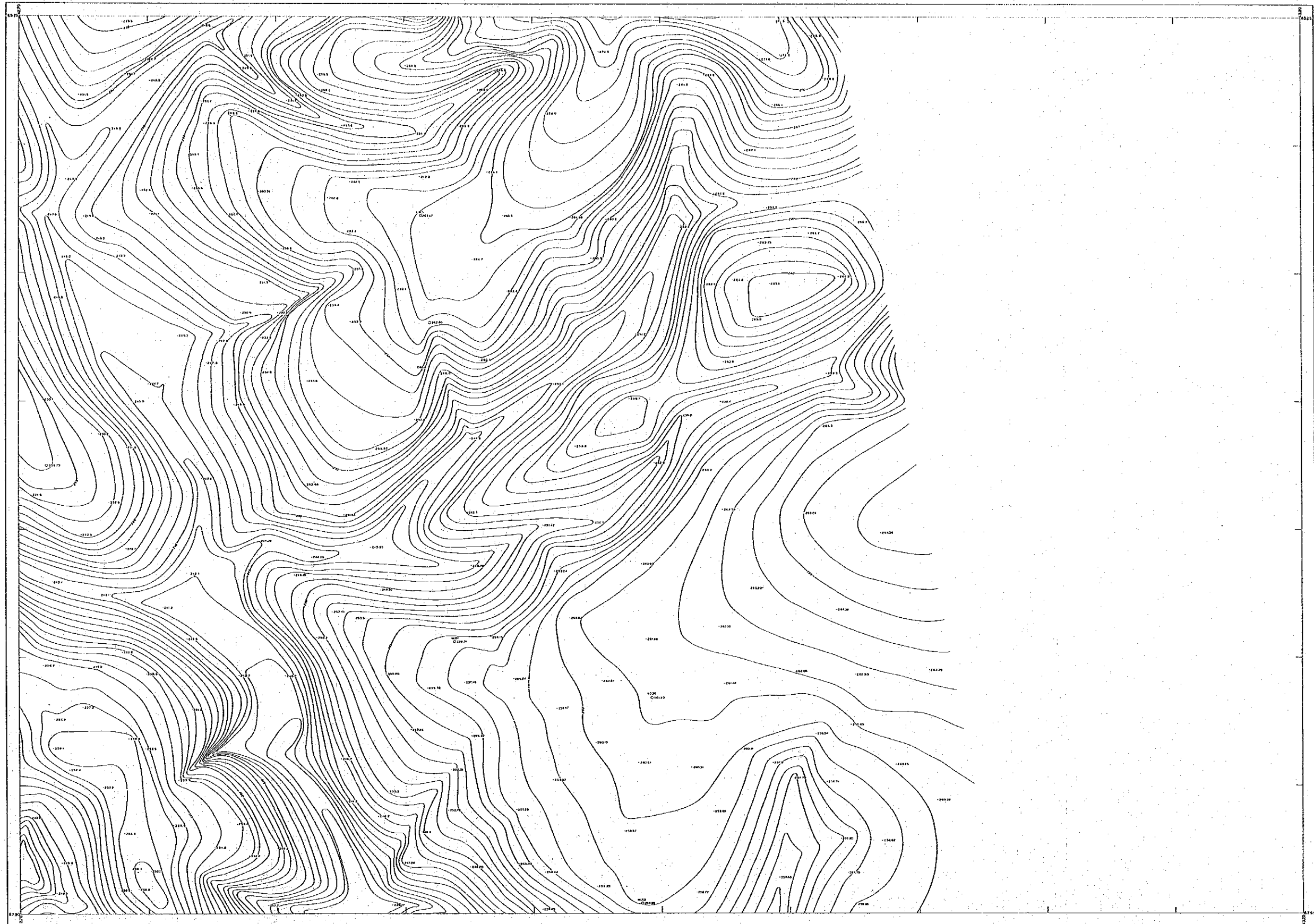
Maped by Jagan International Corporation
Agency for the purpose of Sapta Gandaki Hydroelectric
Power Development Project Feasibility Study.

LEGEND			
Control station (dot)	0	Blue Stream	Flow Area
Spot Elevation	10.0	Flow Area	Flow Area
Farmed Area	10.0	Canal	Canal
Trail	10.0	Embankment	Embankment
Bridge	10.0	Depression	Depression
Diagon	10.0	Canal	Canal
Ferry	10.0	Bar rack	Bar rack
		Spill	Spill
		Spill	Spill
		Spill	Spill

SCALE 1:500

CONTOUR INTERVAL 1 METRES
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
Longitude of which Central meridian 84° East
Latitude of origin 27° 30' North
False easting 500000 metres
False northing 0 metres
Scale factor at the central meridian 0.9999
False origin 625 000 metres
Spheroid Everest

PAGE TO ADJOINING SHEETS		
1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	

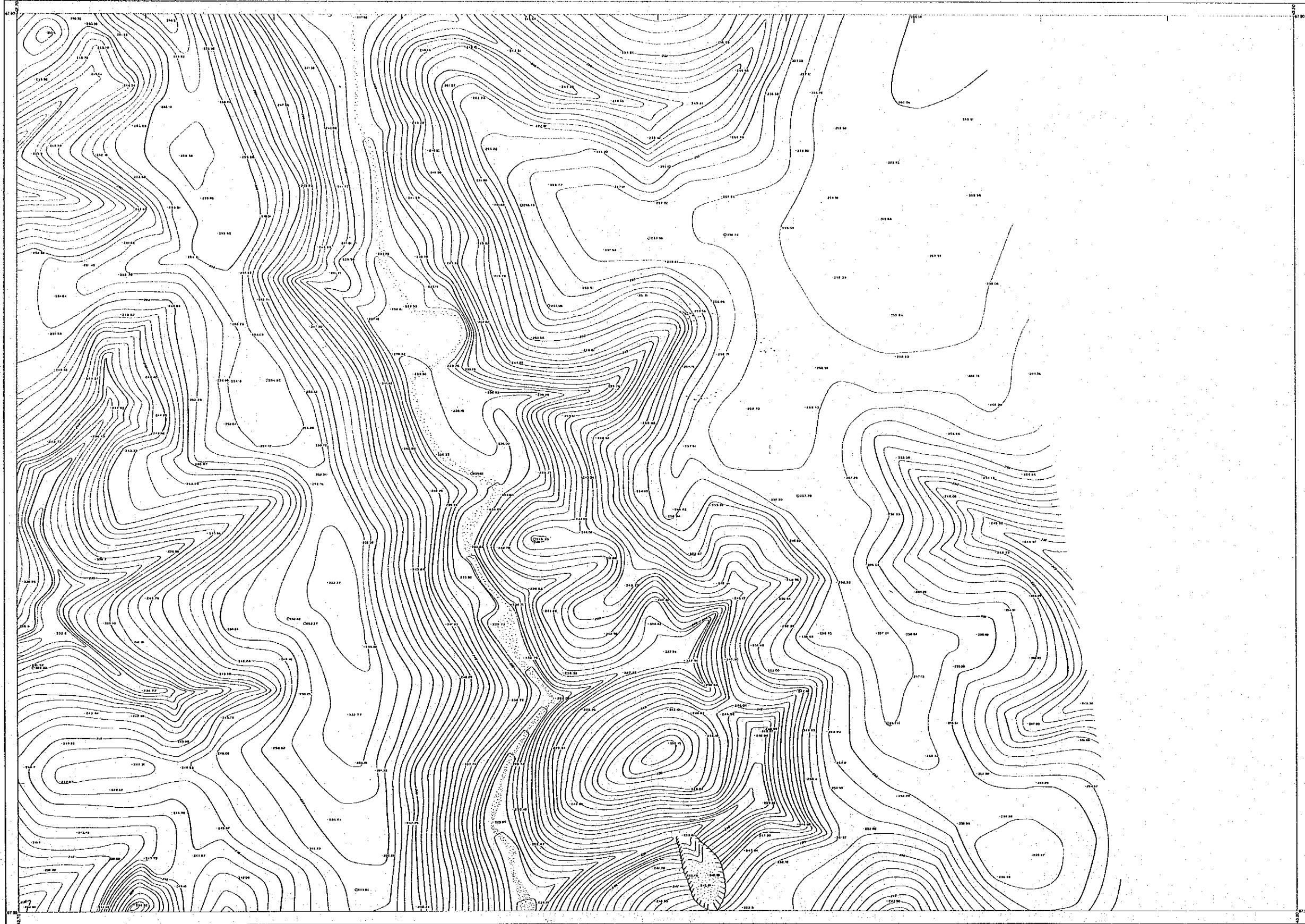


Maped by Jeon International Corporation
Agency for the purpose of Sapta Gandaki Hydroelectric
Power Development Project Feasibility Study.

LEGEND	
Control station (BM)	□
Spot Elevation	•
Farmland	▨
Trail	---
Buildings	▭
Drain	—
Ferry	—
River Stream	—
Flow Arrow	→
Cutting	—
Embankment	—
Depression	—
Contour Interval	1:500
Scale	1:500
Sheet	11/11/11
Grid Line	—
Water	—
Spot Elevation	•
Farmland	▨
Trail	---
Buildings	▭
Drain	—
Ferry	—

SCALE 1:500
CONTOUR INTERVAL 1 METRES
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
Longitude of origin: Central meridian 84° East
Latitude of origin: 27° 30' North
False easting: 500,000 meters
False northing: 0 meters
Scale factor at the central meridian: 0.9999
Zone number: 48 S
Spheroid: Everest

INDEX TO ADJOINING SHEETS		
1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	



Mapped by Japan International Corporation
Agency for the purpose of Sapta Gandaki Hydroelectric
Power Development Project Feasibility Study.

LEGEND			
Contour Interval (Meters)	10	Flow Stream	Flow Arrow
Spot Elevation	111	Flow Arrow	Flow Arrow
Forest Road	11111111	Cutting	Cutting
Tail	11111111	Embankment	Embankment
Ditch	11111111	Depression	Depression
Bridge	11111111	Canal	Canal
Ferry	11111111	Barbed Wire	Barbed Wire
		Soil	Soil
		Water Level	Water Level
		Grass	Grass
		Field	Field

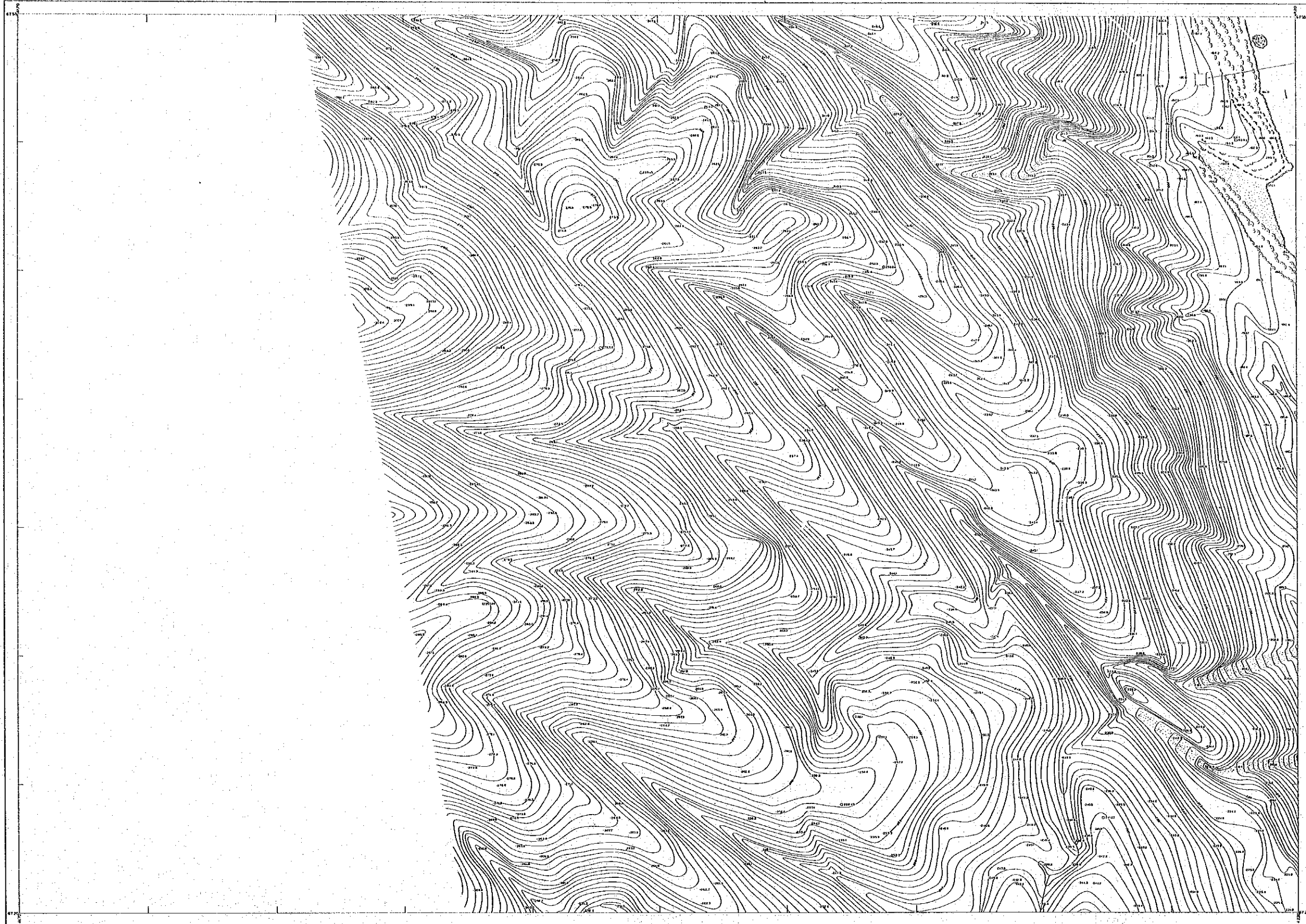
SCALE 1:500

CONTOUR INTERVAL 1 METRES
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION

Longitude of origin: Central meridian 84°25' E
Latitude of origin: 27° 00' N
False Easting: 500,000 metres
False Northing: 100,000 metres
Zone number: 48 S G M Zone
Spheroid: Everest

INDEX TO ADJOINING SHEETS		
1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	

DAMSITE 10



Mapped by Japan International Corporation
Agency for U4 purpose of Sapit Gandaki Hydroelectric
Power Development Project Feasibility Study.

LEGEND			
Contour Interval (Mts)	10	Flow Stream	Blue Line
Spill Structure	--- ---	Flow Arrow	--->---
Forced Road	====	Cutting	--- ---
Fall	--- ---	Embankment	--- ---
Bridge	--- ---	Depression	--- ---
Canal	--- ---	Canal	--- ---
Ferry	--- ---	Barbed Wire	--- ---
		Spot	--- ---
		Wood Leaf	--- ---
		Grass	--- ---
		Fern	--- ---

SCALE 1:5000
CONTOUR INTERVAL 1 METRES
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
Longitude of origin: 84° 00' East
Latitude of origin: 27° 00' North
False easting: 500000 metres
False northing: 0 metres
Scale factor at the central meridian: 0.9997
Zone number: 48 N
Datum: Everest

INDEX TO ADJOINING SHEETS

1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	