3．最適開発計画の概要

キハンシ水力発電開発計画の上部計画と下部計画における最大出力の合計は200MWである。この水力発電の年間保証電力量は886.7GWhと算定され、石炭火力発電と比較した場合、年間約680,000トンの石炭消費量に匹敵しうる。

(1) 上 部 計 画

本計画はルフィージ川の支流キハンシ川の上流に位置している。

支流ルアハ川との合流点より下流約3kmの地点に、高さ95m，体積5,350,000m^3のロックフィルダムを築造し、総貯水容量94.9×10^6 m^3、有効貯水容量75.1×10^6 m^3を得る。この貯水池により、平均年間流入量494×10^6 m^3を調節する。

ダム右岸上流500mに設ける取水口により、最大使用水量25.7m^3/secを取水し、延長1,163mの導水路トンネルおよび露出式水圧管路を経て右岸に設ける発電所に導水し、有効落差214.5mにより最大出力47MWおよび年間発生保証電力量335.7GWhを得る。発電後は延長641mの放水路トンネルを経て、下部計画調整池へ放流される。

上部発電所により発電される電力は、上部開閉所より下部発電所～イリンガ変電所間の220kV送電線に接続される。

(2) 下 部 計 画

本計画はキハンシ川の上部発電所下流約3kmの地点に、高さ35m，体積54,000m^3のコンクリート重力式ダムを築造し、総貯水量1.4×10^6 m^3，有効貯水量0.48×10^6 m^3の調整池により流入量を日間調整する。

ダム直上流左岸に設ける取水口により、最大使用水量22.2m^3/secを取水し、延長4,181mの導水路トンネルおよび埋設式水圧管路を経て左岸に設ける発電所に導水し、有効落差813.0mにより最大出力153MWおよび年間発生保証電力量551.0GWhを得る。

発電後は延長615mの放水路トンネルを経て、キハンシ川に放流される。下部発電所により発電される電力は新たに建設される220kV送電線によりイリンガ変電所まで送電される。

(3) 送　電　線

送電線は、電圧220kV, 2回線で、下部開閉所を起点として上部開閉所を経て、イリンガ変電所まで延長113kmが新設される。

上部および下部キハンシ計画のレイアウトを Fig 3 ～ Fig 10 に示す。

上部水力発電計画概要

項　　目	単　　位	内　　容
河川名		キハンシ川
流域面積	km²	583
年間流入量	10^6 m³	494.48
設計洪水量	m³／sec	400
貯水池		
満水位	m	1,360
低水位	m	1,330
利用水深	m	30
堆砂位	m	1,300
総貯水容量	10^6 m³	94.90
有効貯水容量	10^6 m³	75.10
湛水面積	km²	3.86
支流仮排水トンネル		
設計洪水流量	m³／sec	10
型式		上部半円下部矩形
条数		1条
寸法	m×m	幅 2.00×高さ 2.00
延長	m	300.00

項　　目	単　　位	内　　容
本流仮排水トンネル		
設計洪水流量	㎥／sec	90
型　　式		上部半円下部矩形
条　　数		1条
寸　　法	m×m	幅　3.00×高さ 3.00
延　　長	m	425.00
ダ　　ム		
型　　式		中央遮水壁型ロックフィルダム
天端標高	m	1,365.00
堤頂長	m	583.00
堤頂幅	m	10.00
堤　　高	m	95.00
堤体積	㎥	5,350,000
洪水吐		
設計洪水流量	㎥／sec	400
洪水吐容量	㎥／sec	400
型　　式		自由越流式
越流頂標高	m	1,360.00
越流幅	m	100
取水口		
型　　式		鉄筋コンクリート傾斜式
取水口数		1
最大取水量	㎥／sec	25.7
呑口部標高	m	1,320.00
寸　　法	m×m	幅　6.00×高さ 50.00

項　　目	単　　位	内　　容
導水路トンネル		
条　　数		1
最 大 流 量	㎥／sec	25.7
内　　径	m	3.30
延　　長	m	653.00
水 圧 管 路		
条　　数		1
最 大 流 量	㎥／sec	25.7
内　　径	m	3.30 ～ 1.85
延　　長	m	510.24
発　電　所		
型　　式		鉄筋コンクリート半地下式
寸　　法	m×m×m	幅 20.00×長さ 22.50×高さ 35.00
水車中心標高	m	1,135.00
出　　力	MW	47
放水路トンネル		
型　　式		標準馬蹄型
最 大 流 量	㎥／sec	25.7
内　　径	m	4.00
延　　長	m	641.100

項　　目	単　　位	内　　容
放　水　口		
型　　式		鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄﾎﾞｯｸｽｶﾙﾊﾞｰﾄ 型
最　大　流　量	㎥／sec	25.7
寸　　法	m×m×m	幅4.00×長さ10.00 ×高さ7.50
吐出部標高	m	1,135.35
水　　車		
型　　式		立軸フランシス水車
台　　数		1
有　効　落　差	m	214.50
使　用　水　量	㎥／sec	25.7
基　準　出　力	MW	48
回　転　速　度	rpm	429
発　電　機		
型　　式		三相交流同期発電機
台　　数		1
出　　力	MVA	53
回　転　速　度	rpm	429
周　波　数	Hz	50
電　　圧	kV	11.0
主要変圧器		
型　　式		屋外単相変圧器
台　　数		4(予備1台)
容　　量	MVA	53
電　　圧	kV	11.0

項　　目	単　　位	内　　容
開　閉　所		
母　線　構　成		単母線
母　　線		アルミ線
接　続　線　路　数		2回線
電　　圧	kV	220
導　体　の　種　類		AAC 400mm²
発生電力量		
平　均　電　力　量	GWh	275.1
保　証　電　力　量	GWh	335.7
建　設　期　間	年	4.5
建　設　費	10^3 US$	261,000
発電端建設単価	US$／kWh	0.78
経　済　評　価		
E　I　R　R	%	11.26
F　I　R　R	%	6.49
純現在価値額(B-C)	10^3 US$	9,921.46
便益費用比率(B/C)		1.07

下部水力発電計画概要

項　　目	単　　位	内　　容
河川名		キハンシ川
流域面積	km²	590
年間流入量	10^6 m³	500.48
設計洪水量	m³／sec	400
貯水池		
満水位	m	1,140
低水位	m	1,137
利用水深	m	3
堆砂位	m	1,125
総貯水容量	10^6 m³	1.39
有効貯水容量	10^6 m³	0.48
湛水面積	km²	0.19
仮排水路		
設計洪水流量	m³／sec	80
型式		堤内ボックスカルバート型
条数		1条
寸法	m×m	幅 3.00×高さ 4.00
敷標高	m	1,115.00

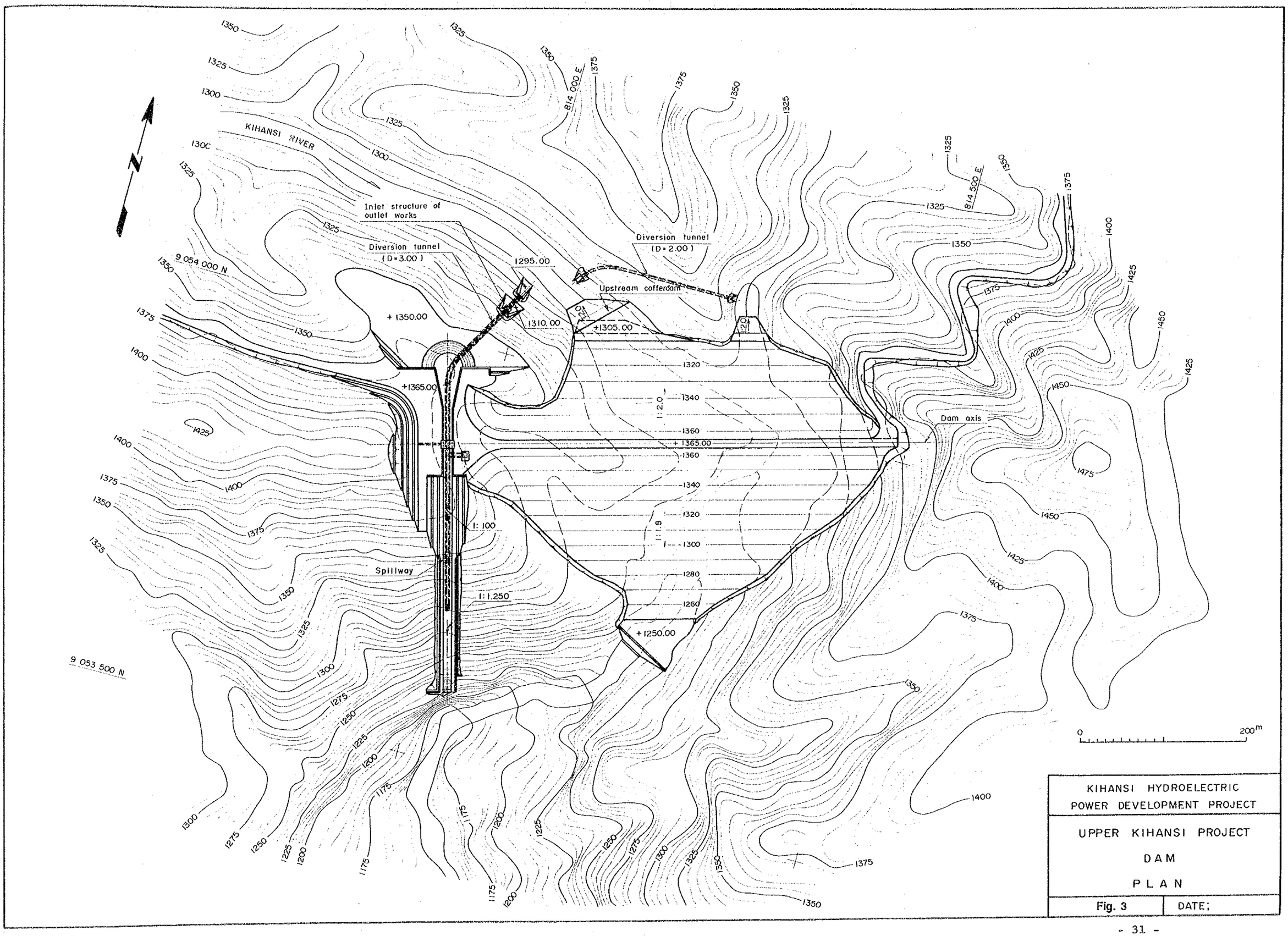
項　　目	単　　位	内　　容
ダ　ム		
型　　式		コンクリート重力式
天端標高	m	1,143.00
堤頂長	m	177.00
堤頂幅	m	5.00
堤　高	m	35.00
堤体積	㎥	54,000
洪水吐		
設計洪水流量	㎥／sec	400
洪水吐容量	㎥／sec	160
型　　式		自由越流式
越流頂標高	m	1,140.00
越流幅	m	13.00 × 4門＝52.00
土砂吐		
土砂吐容量	㎥／sec	240
型　　式		ダム内流量ゲート調節式
寸　　法	m×m	幅4.00×高さ4.00
敷標高	m	1,123.00
取水口		
型　　式		鉄筋コンクリート鉛直式
取水口数		1
最大取水量	㎥／sec	22.2
呑口部標高	m	1,125.00
寸　　法	m×m	幅6.00×高さ25.50

項　　目	単　　位	内　　容
導水路トンネル		
条　　数		1
最　大　流　量	㎥／sec	22.2
内　　径	m	3.00
延　　長	m	1,258.69
水　圧　管　路		
条　　数		主管　1　　枝管　3
最　大　流　量	㎥／sec	主管 22.2　　枝管　7.4
内　　径	m	主管　3.00～2.00
		枝管　1.80～0.90
延　　長	m	主管　2,858.31
		枝管 1号 80.00
		枝管 2号 82.05
		枝管 3号 64.30
発　電　所		
型　　式		鉄筋コンクリート半地下式
寸　　法	m×m×m	幅 25.50×長さ 59.00×高さ 34.60
水車中心標高	m	296.50
出　　力	MW	153

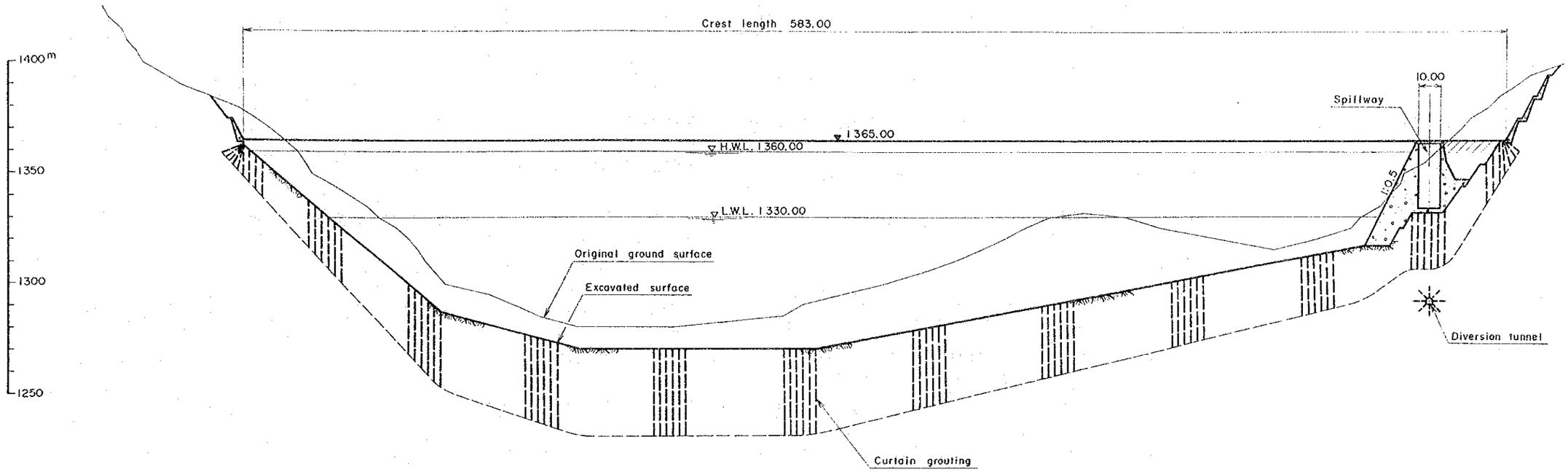
項　　目	単　　位	内　　容
放水路トンネル		
型　　式		主管　標準馬蹄型
		枝管　上部半円下部矩形型
最大流量	㎥／sec	主管　22.2
		枝管　7.4
内　　径	m	主管　3.50　　枝管　3.00
延　　長	m	主管　580.00
		枝管　35.00 × 3条＝105.00
放水口		
型　　式		鉄筋コンクリート
最大流量	㎥／sec	22.2
寸　　法	m	幅　7.00～15.00
		長さ 24.0　　高さ 10.20
吐出部標高	m	293.00
水　　車		
型　　式		立軸ペルトン水車（6ノズル）
台　　数		3
有効落差	m	813.00
使用水量	㎥／sec	7.4
基準出力	MW	52
回転速度	rpm	750

項　　目	単　　位	内　　容
発　電　機		
型　　式		三相交流同期発電機
台　　数		3
出　　力	MVA	57
回転速度	rpm	750
周波数	Hz	50
電　　圧	kV	11
主要変圧器		
型　　式		屋外単相変圧器
台　　数		10(予備1含む)
容　　量	MVA	19
電　　圧	kV	11
開　閉　所		
母線構成		二重母線
母　　線		アルミ線
接続線路数		2回線
電　　圧	kV	220
導体の種類		AAC 400mm^2
送　電　線		
回線数		2回線
電　　圧	kV	220
導体の種類		ACSR 380mm^2
区　　間		下部開閉所～イリンガ変電所
距　　離	km	113

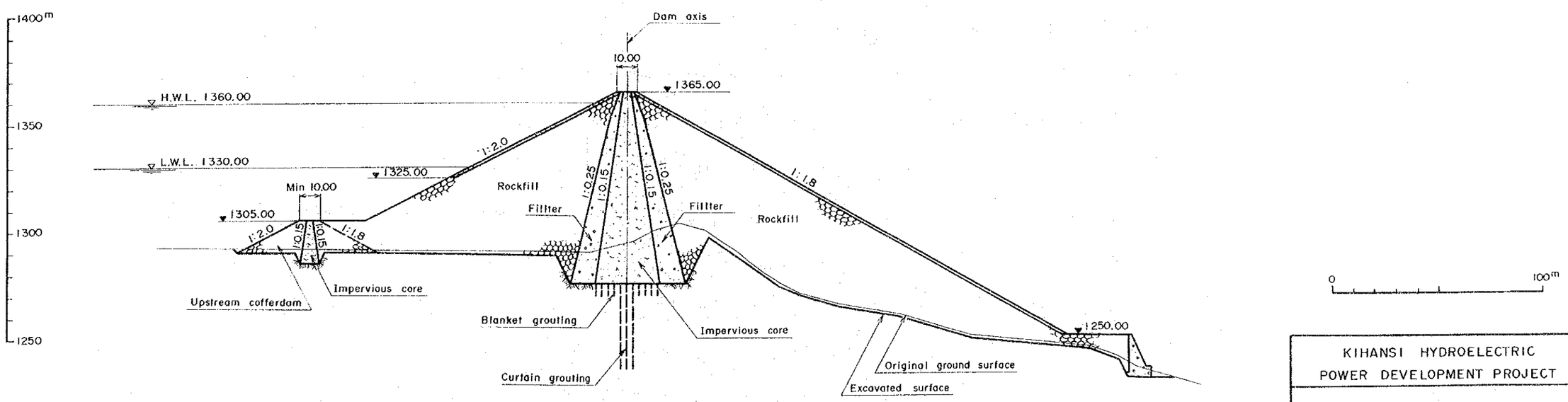
項　　目	単　　位	内　　容
発生電力量		
平均電力量	GWh	868.9
保証電力量	GWh	551.0
建設期間	年	3.5
建設費	10^3 US$	206,000
発電端建設単価	US$／kWh	0.37
経済評価		
EIRR	%	45.94
FIRR	%	12.74
純現在価値額(B-C)	10^3 US$	129,236.15
便益費用比率(B/C)		2.32


KIHANSI RIVER
Inlet structure of outlet works
Diversion tunnel (D = 3.00)
Diversion tunnel (D = 2.00)
Upstream cofferdam
Dam axis
Spillway
1295.00
1310.00
+1305.00
+1350.00
+1365.00
+1250.00
1:2.0
1:1.0
1:1.100
1:1.250
9 054 000 N
9 053 500 N
814 000 E
814 500 E
0
200m
KIHANSI HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT
UPPER KIHANSI PROJECT
DAM
PLAN
Fig. 3
DATE;

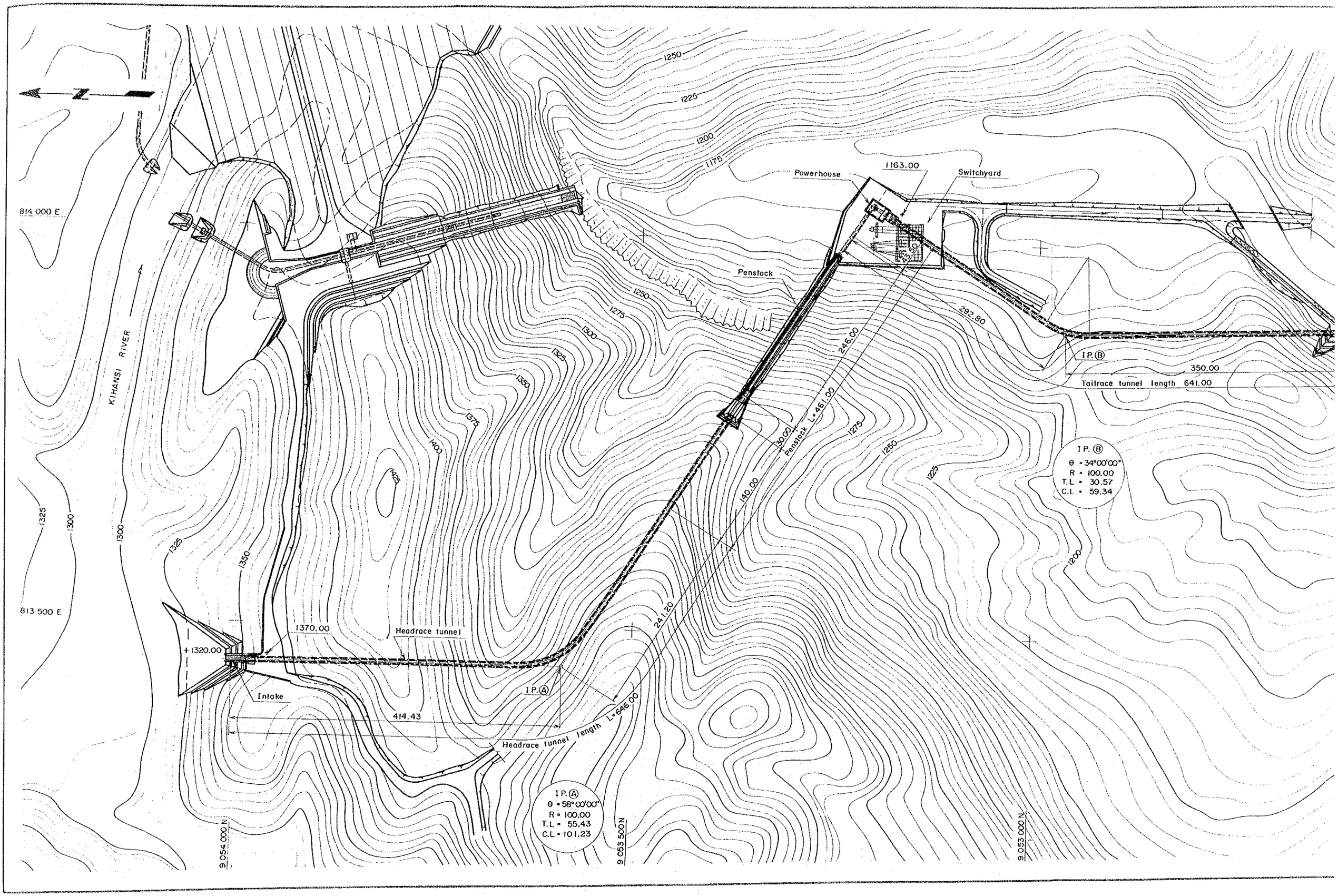
PROFILE OF DAM

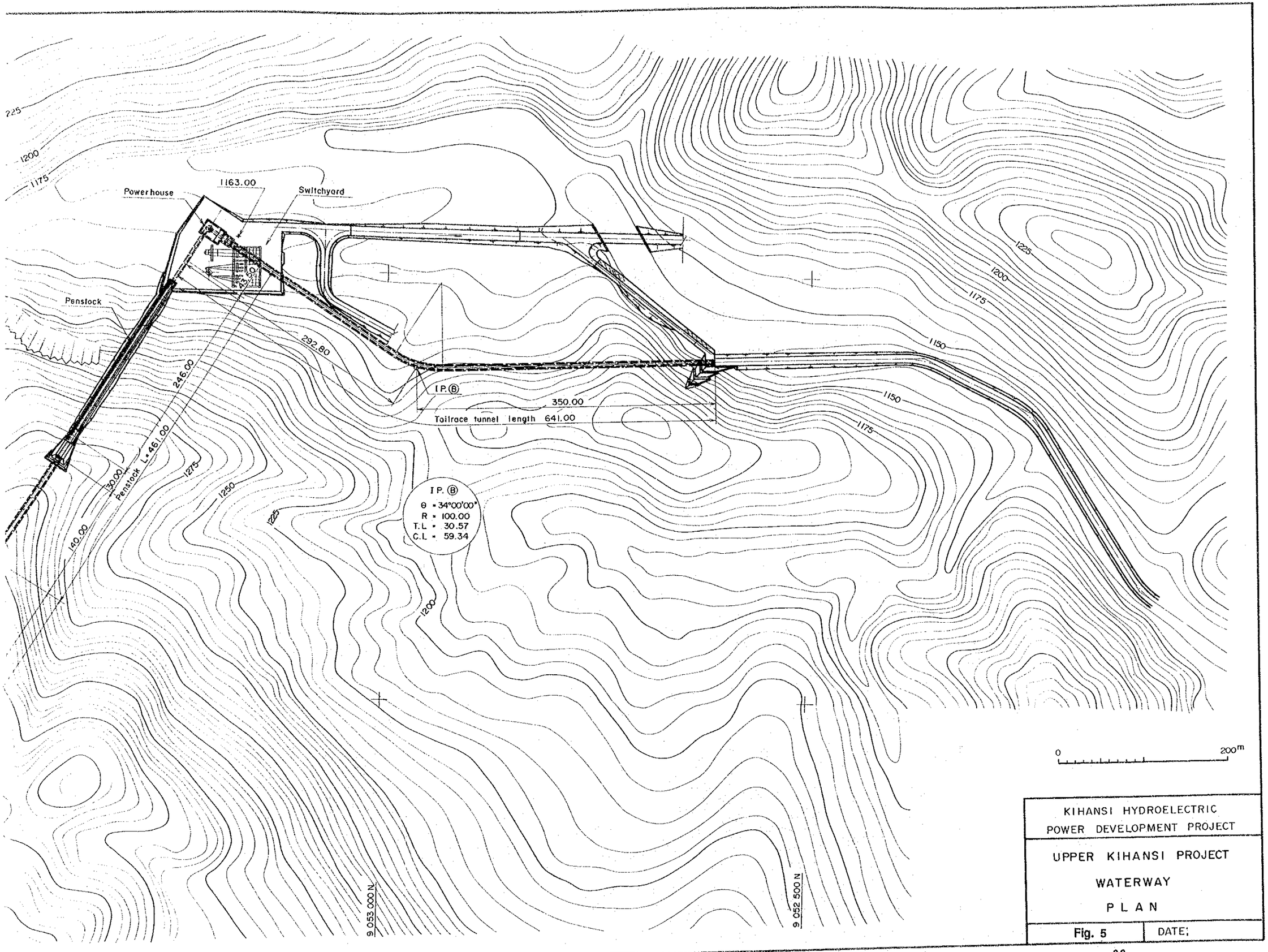


TYPICAL SECTION OF DAM

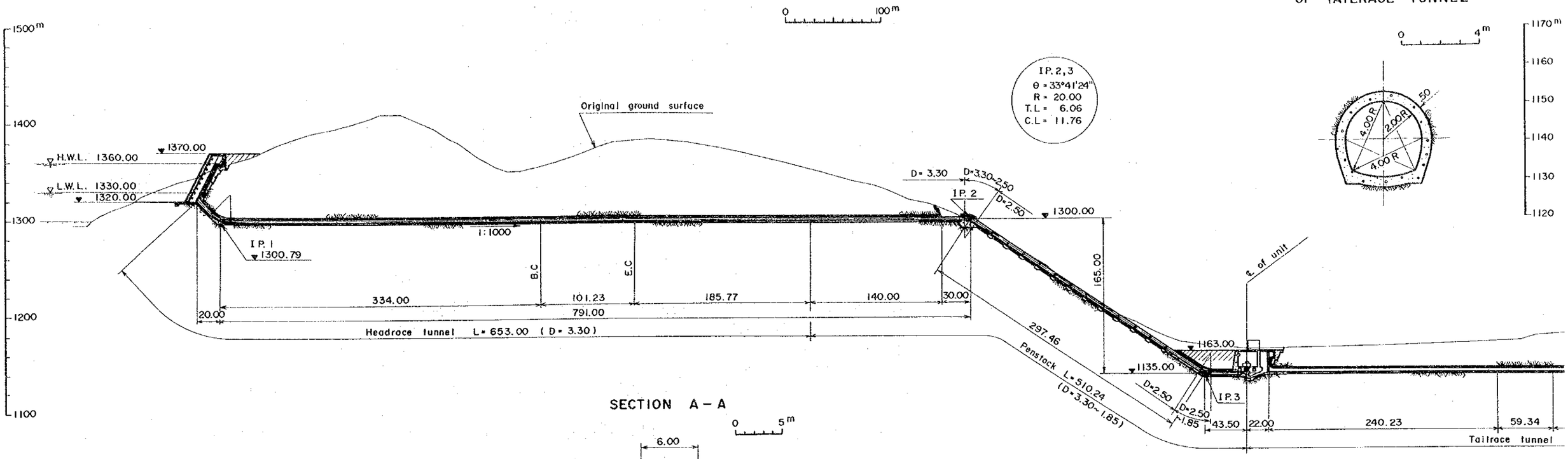


KIHANSI HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT
UPPER KIHANSI PROJECT DAM PROFILE AND TYPICAL SECTION
Fig. 4 | DATE;


N
814 000 E
813 500 E
KIHANSI RIVER
Powerhouse
1163.00
Switchyard
Penstock
292.80
246.00
I.P. Ⓑ
350.00
Tailrace tunnel length 641.00
Penstock L=461.00
130.00
140.00
I.P. Ⓑ
θ = 34°00'00"
R = 100.00
T.L. = 30.57
C.L. = 59.34
1370.00
Headrace tunnel
+1320.00
Intake
I.P. Ⓐ
414.43
Headrace tunnel length L=646.00
241.20
I.P. Ⓐ
θ = 58°00'00"
R = 100.00
T.L. = 55.43
C.L. = 101.23
9 054 000 N
9 053 500 N
9 053 000 N
1250
1225
1200
1175
1275
1300
1325
1350
1375
1400
1425

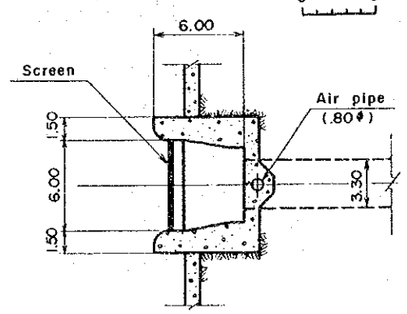

Power house
1163.00
Switchyard
Penstock
292.80
246.00
I.P.Ⓑ
350.00
Tailrace tunnel length 641.00
30.00
Penstock L=461.00
140.00
I.P. Ⓑ
θ = 34°00'00"
R = 100.00
T.L = 30.57
C.L = 59.34
1225
1200
1175
1150
1275
1250
9 053 000 N
9 052 500 N
0
200m
KIHANSI HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT PROJECT
UPPER KIHANSI PROJECT
WATERWAY
PLAN
Fig. 5
DATE;

PROFILE OF WATER WAY

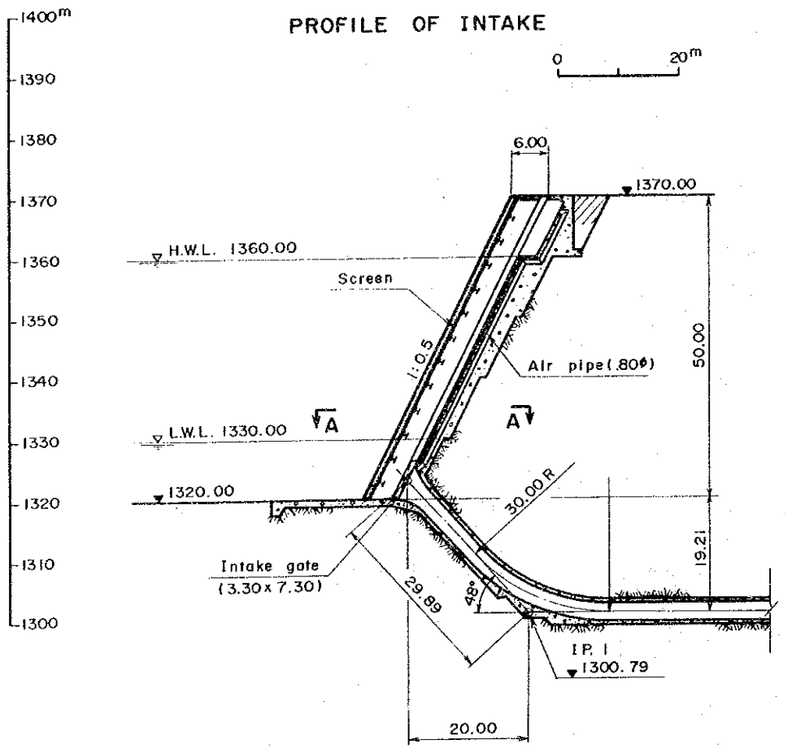


TYPICAL CROSS SECTION OF TAILRACE TUNNEL

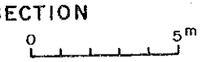
SECTION A – A



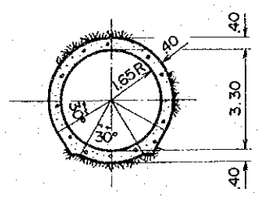
PROFILE OF INTAKE



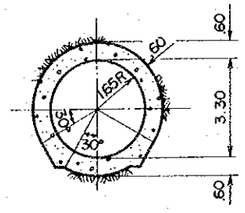
TYPICAL CROSS SECTION



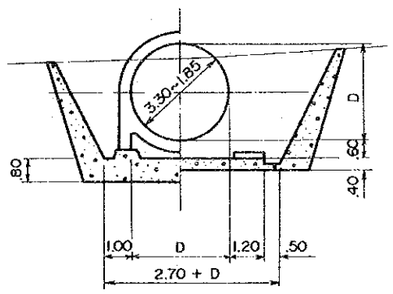
HEADRACE TUNNEL



PENSTOCK TUNNEL

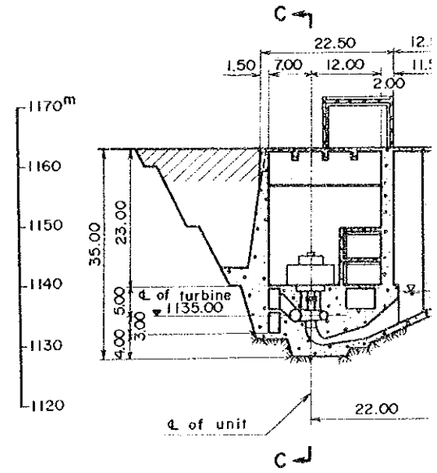


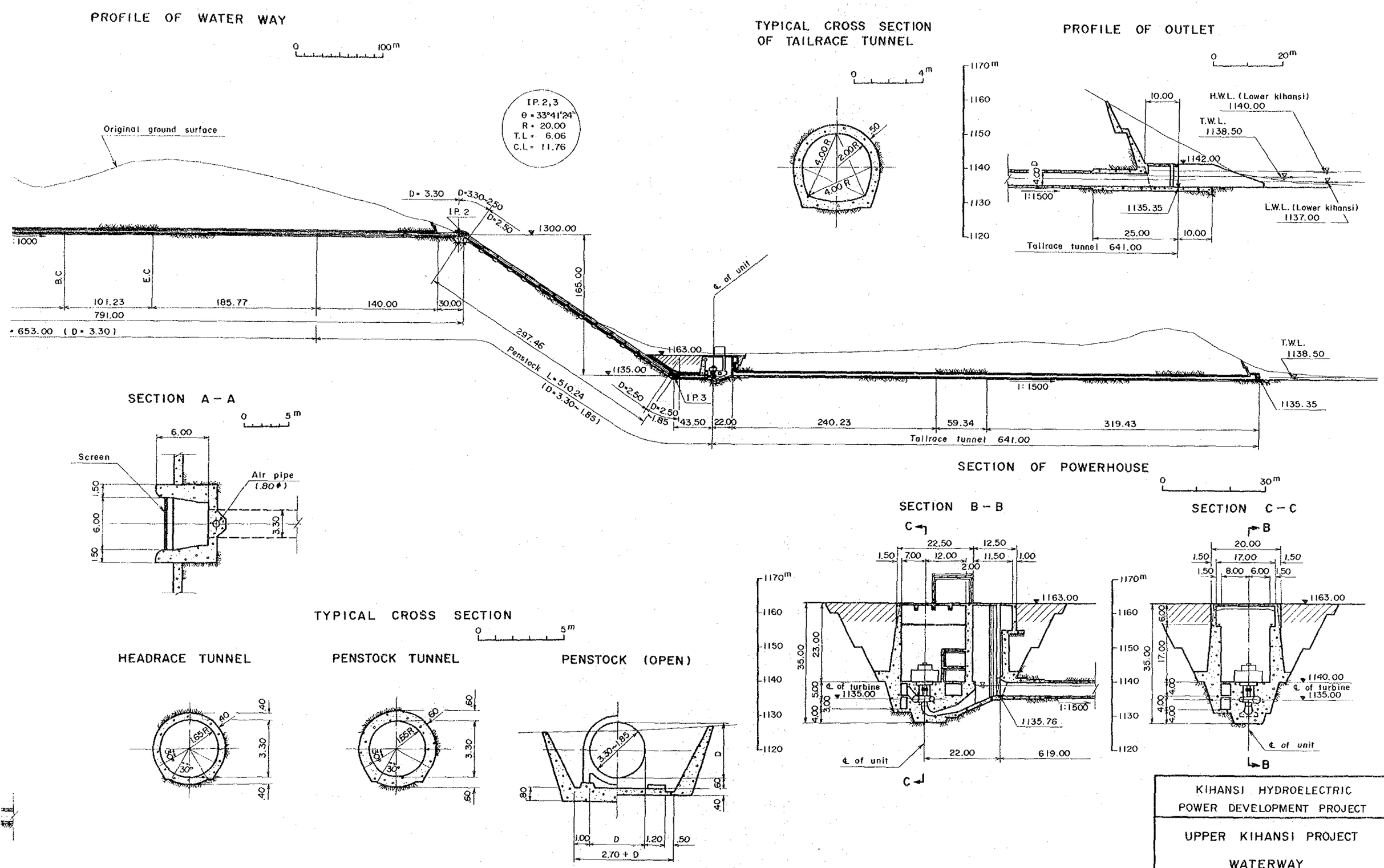
PENSTOCK (OPEN)



SECTI

SECTION B –





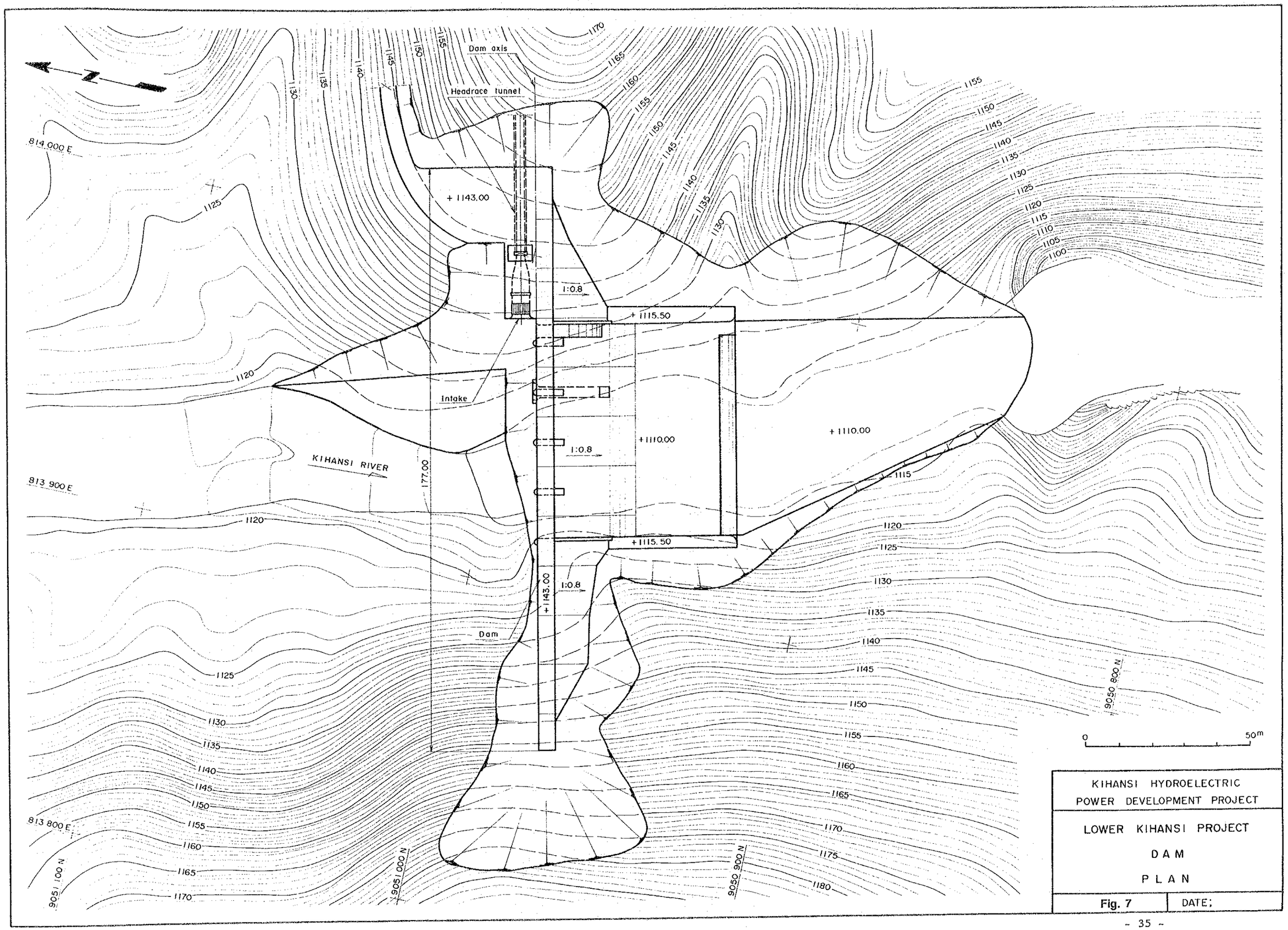
KIHANSI HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT PROJECT

UPPER KIHANSI PROJECT

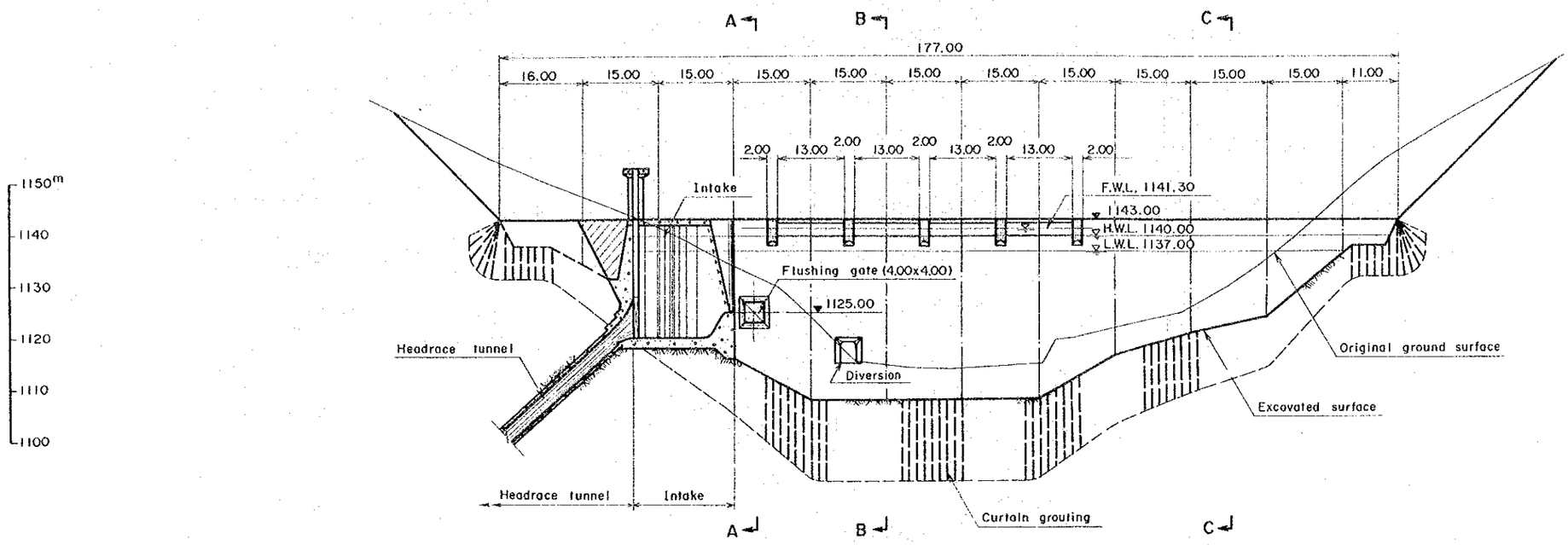
WATERWAY

PROFILE AND SECTIONS

Fig. 6 | DATE;

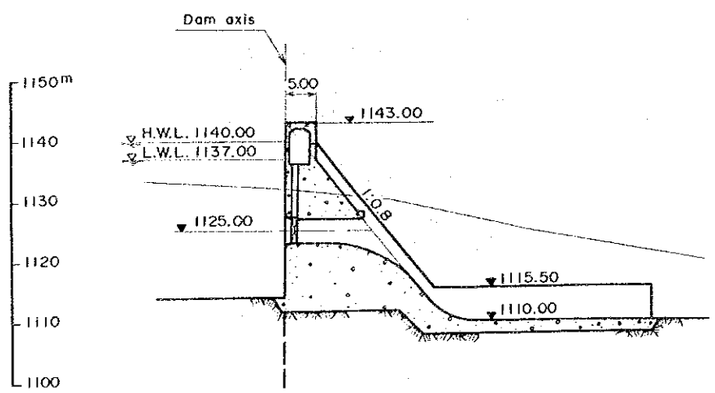

Dam axis
Headrace tunnel
+ 1143.00
1:0.8
+ 1115.50
Intake
+ 1110.00
KIHANSI RIVER
177.00
Dam
814 000 E
813 900 E
813 800 E
9051 100 N
9051 000 N
9050 900 N
9050 800 N
0
50m
KIHANSI HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT PROJECT
LOWER KIHANSI PROJECT
DAM
PLAN
Fig. 7
DATE;

PROFILE OF DAM

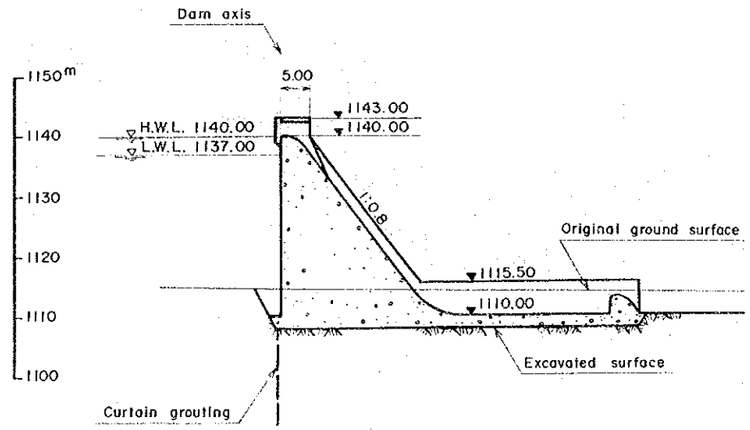


TYPICAL SECTION OF DAM

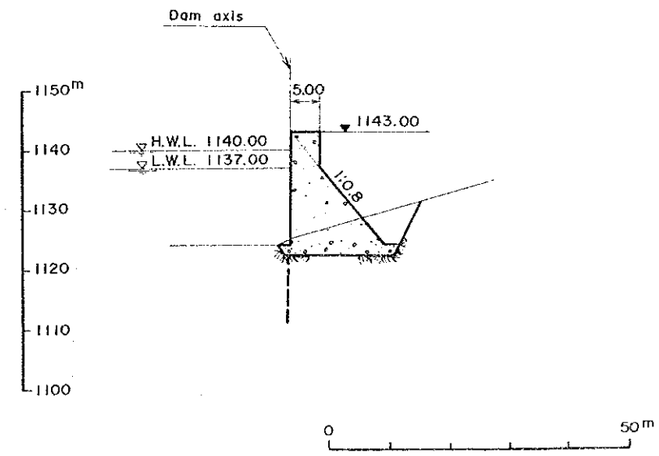
SECTION A – A



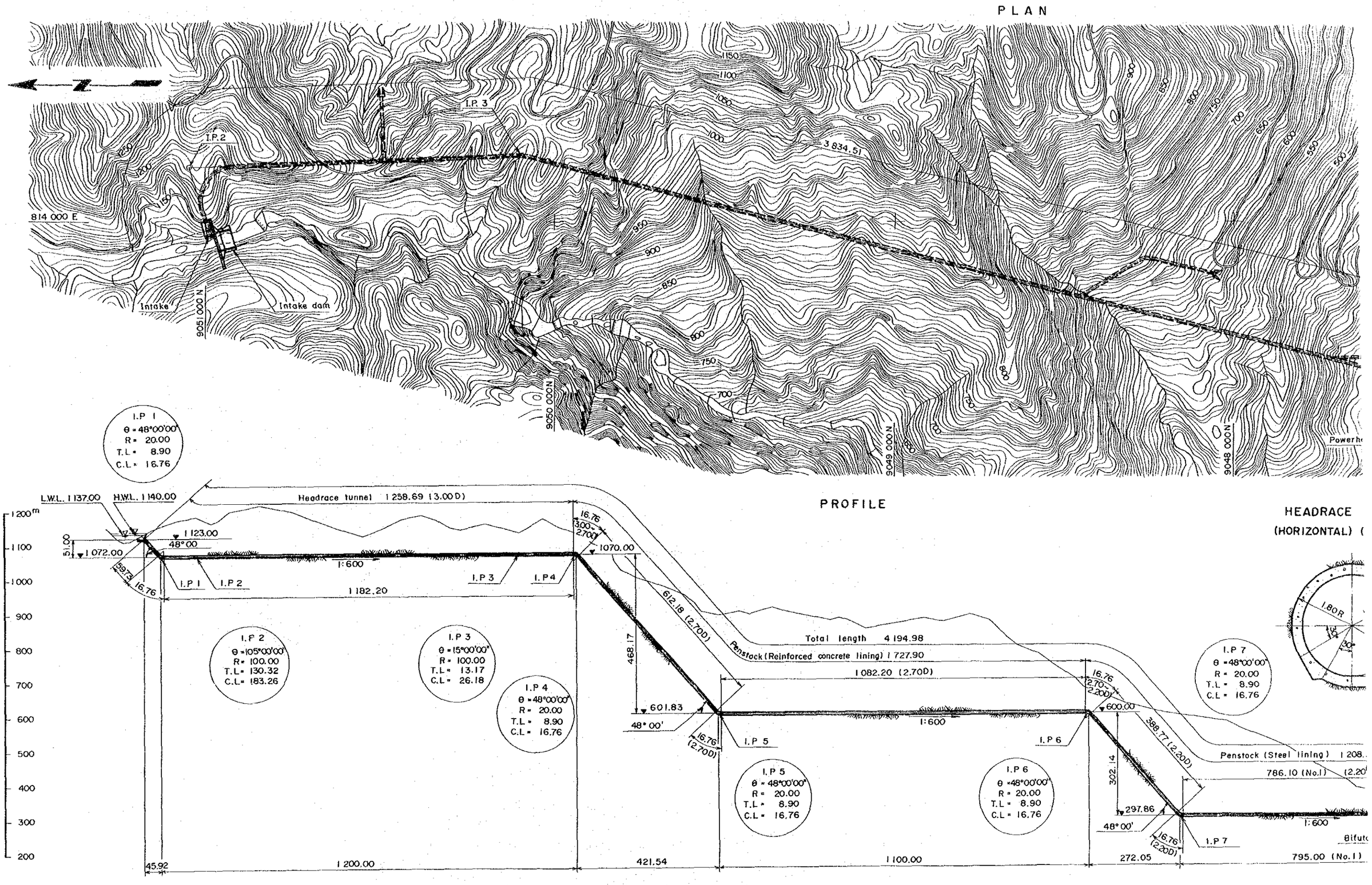
SECTION B – B

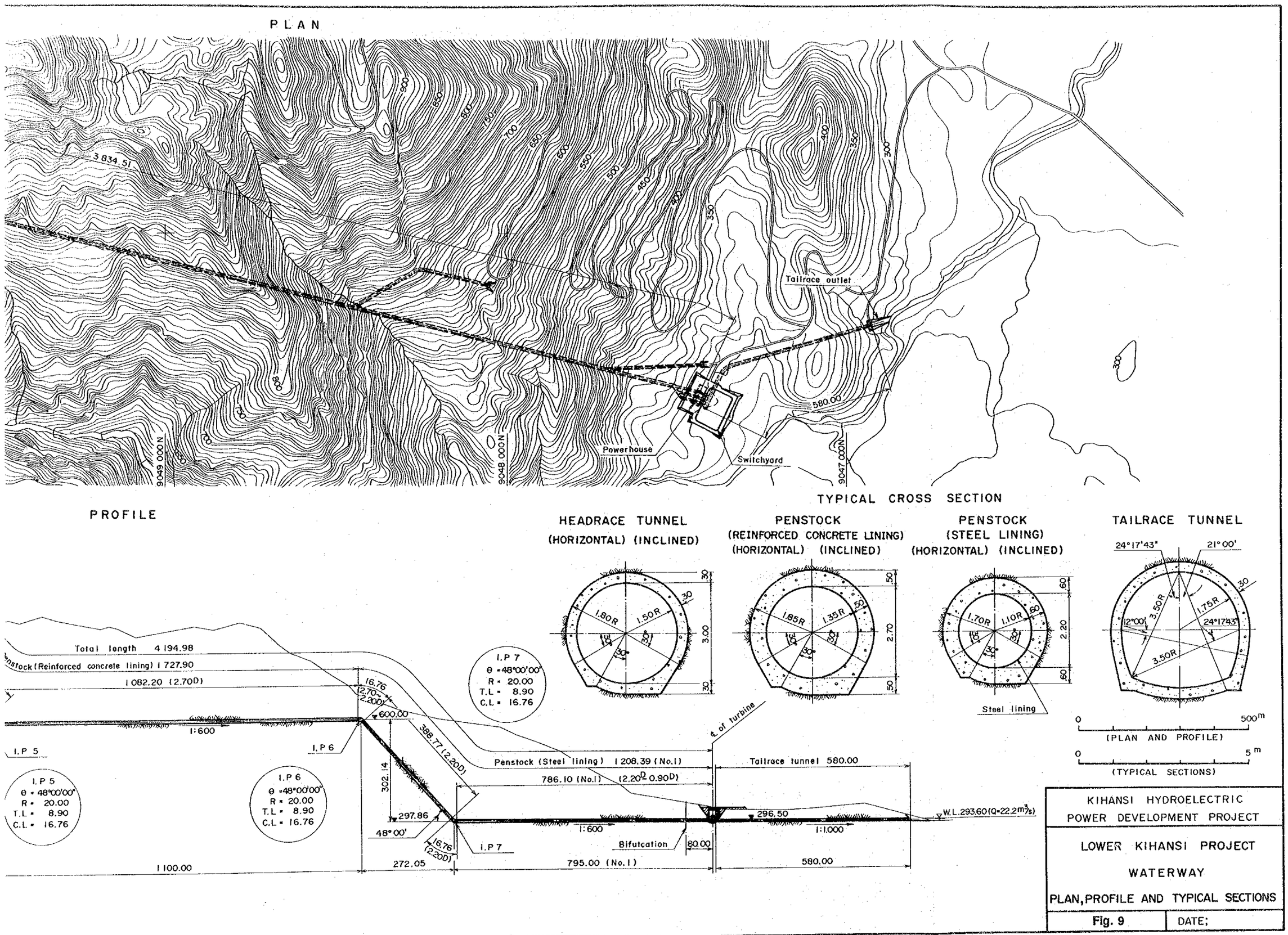


SECTION C – C



KIHANSI HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT
LOWER KIHANSI PROJECT DAM PROFILE AND TYPICAL SECTIONS
Fig. 8 | DATE:


PLAN
I.P. 1
θ = 48°00'00"
R = 20.00
T.L = 8.90
C.L = 16.76
I.P. 2
I.P. 3
3 834.51
814 000 E
905 000 N
Intake
Intake dam
9050 000 N
9049 000 N
9048 000 N
PROFILE
L.W.L. 1 137.00
H.W.L. 1 140.00
Headrace tunnel 1 258.69 (3.00 D)
1 123.00
1 072.00
51.00
48° 00
1:600
1 182.20
I.P. 1
I.P. 2
I.P. 3
I.P. 4
I.P. 5
I.P. 6
I.P. 7
1070.00
612.18 (2.70D)
468.17
601.83
Total length 4 194.98
Penstock (Reinforced concrete lining) 1 727.90
1 082.20 (2.70D)
600.00
388.77 (2.20D)
302.14
297.86
786.10 (No.1)
Penstock (Steel lining) 1 208.
45.92
1 200.00
421.54
1 100.00
272.05
795.00 (No.1)
HEADRACE
(HORIZONTAL)
1.80R
30°



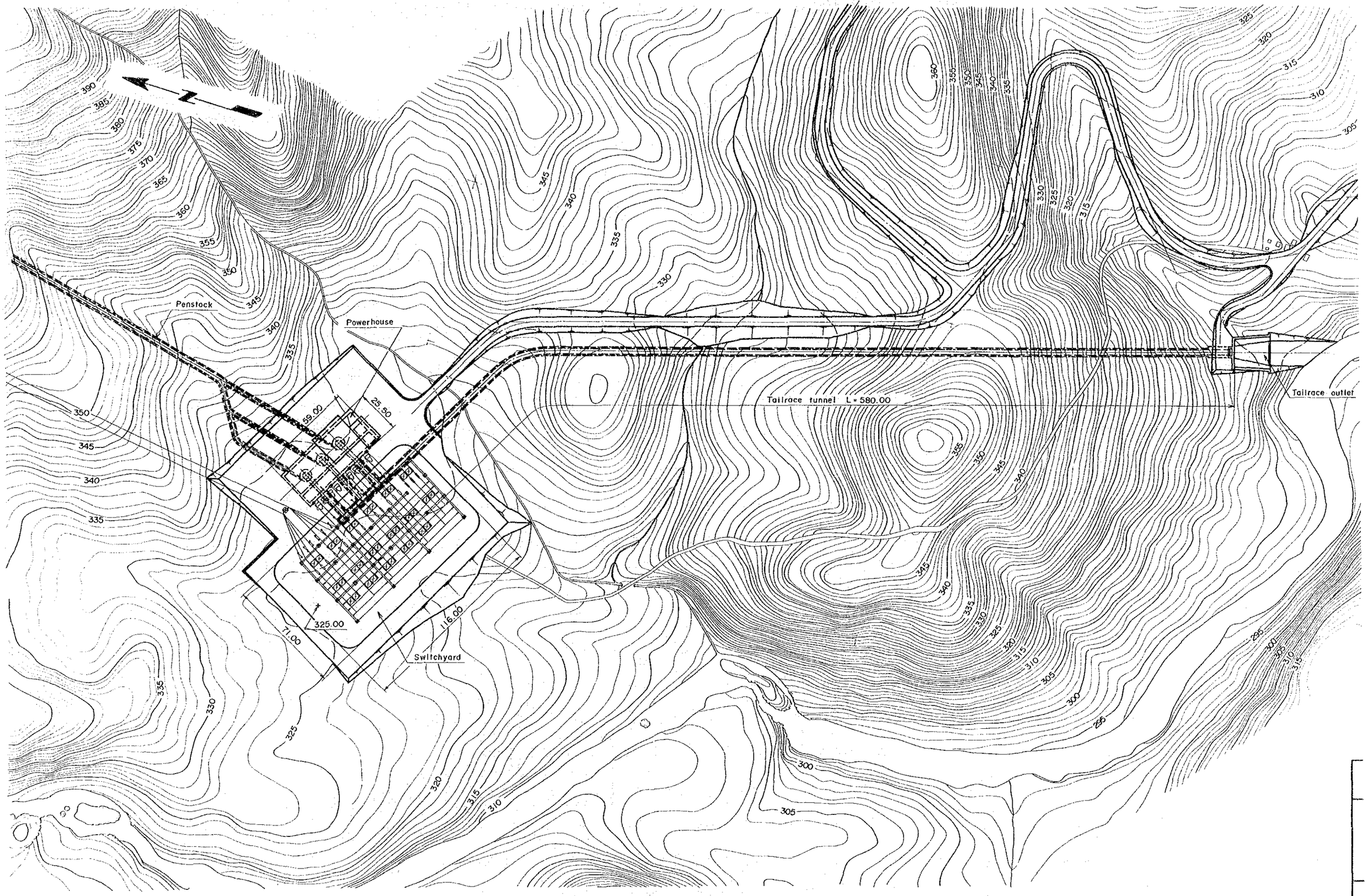
KIHANSI HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT PROJECT

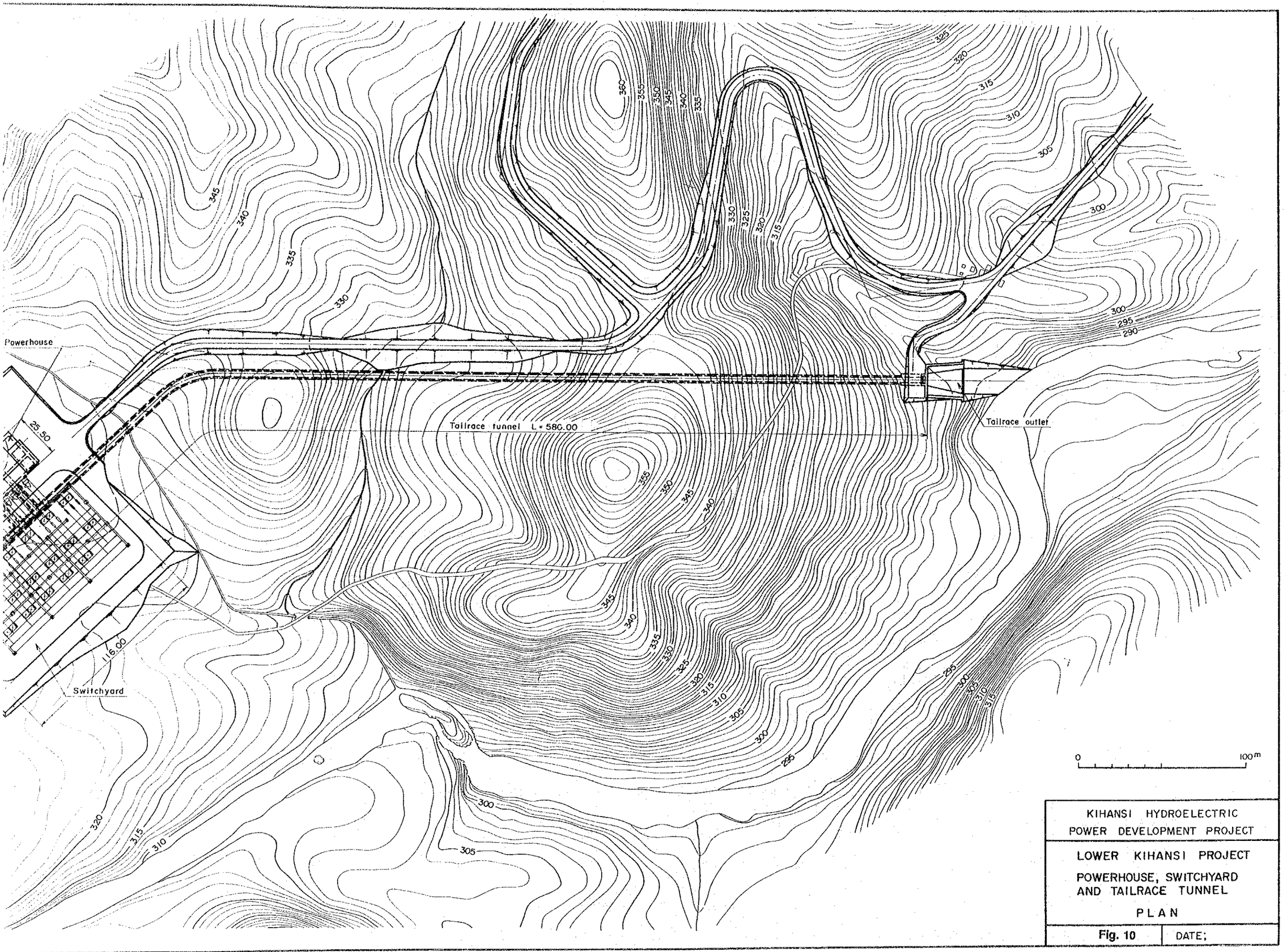
LOWER KIHANSI PROJECT

WATERWAY

PLAN, PROFILE AND TYPICAL SECTIONS

Fig. 9 | DATE;


N
Penstock
Powerhouse
Tailrace tunnel L = 580.00
Tailrace outlet
Switchyard
59.00
25.50
116.00
71.00
325.00



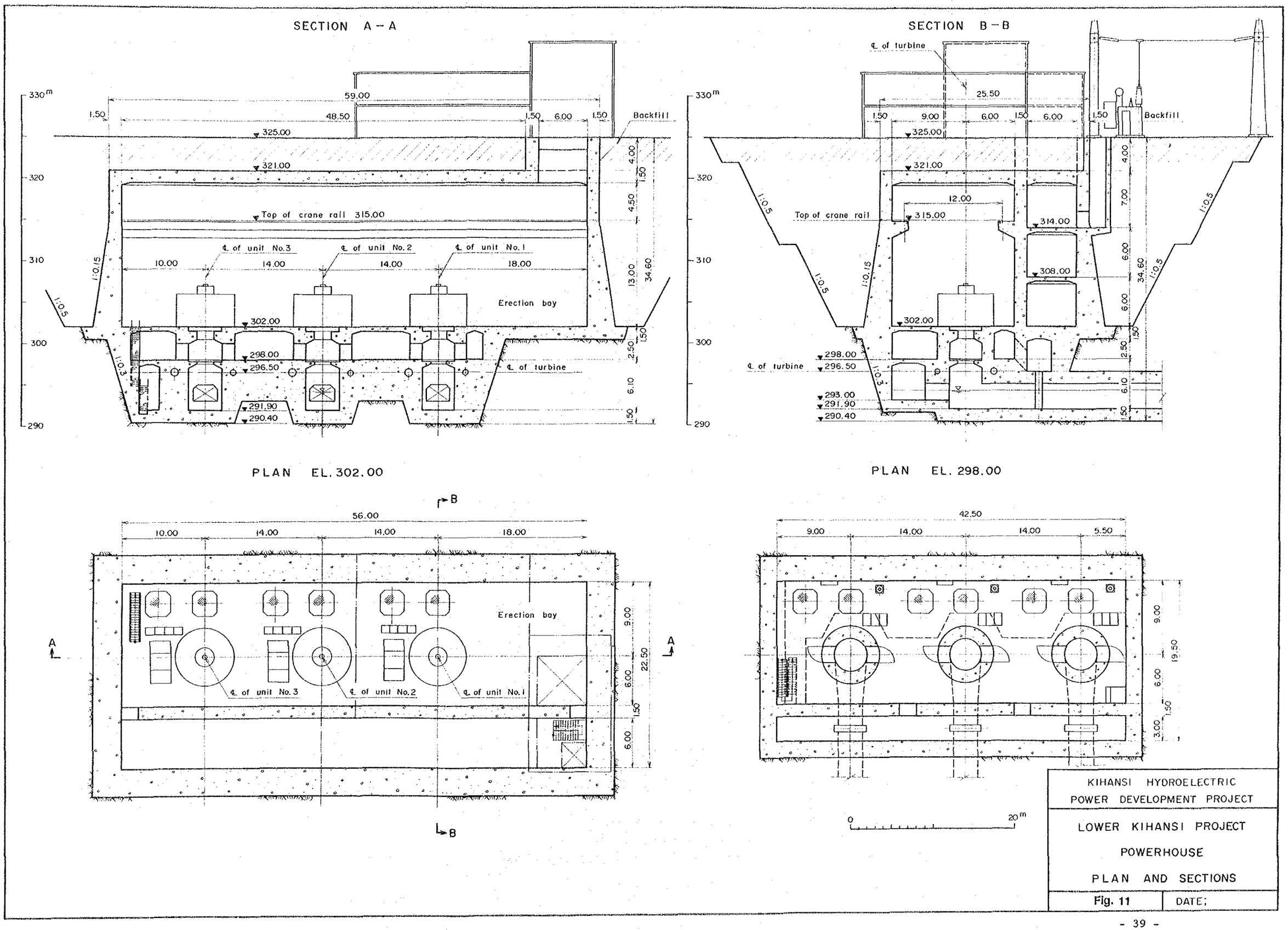
KIHANSI HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

LOWER KIHANSI PROJECT

POWERHOUSE, SWITCHYARD AND TAILRACE TUNNEL

PLAN

Fig. 10 | DATE:



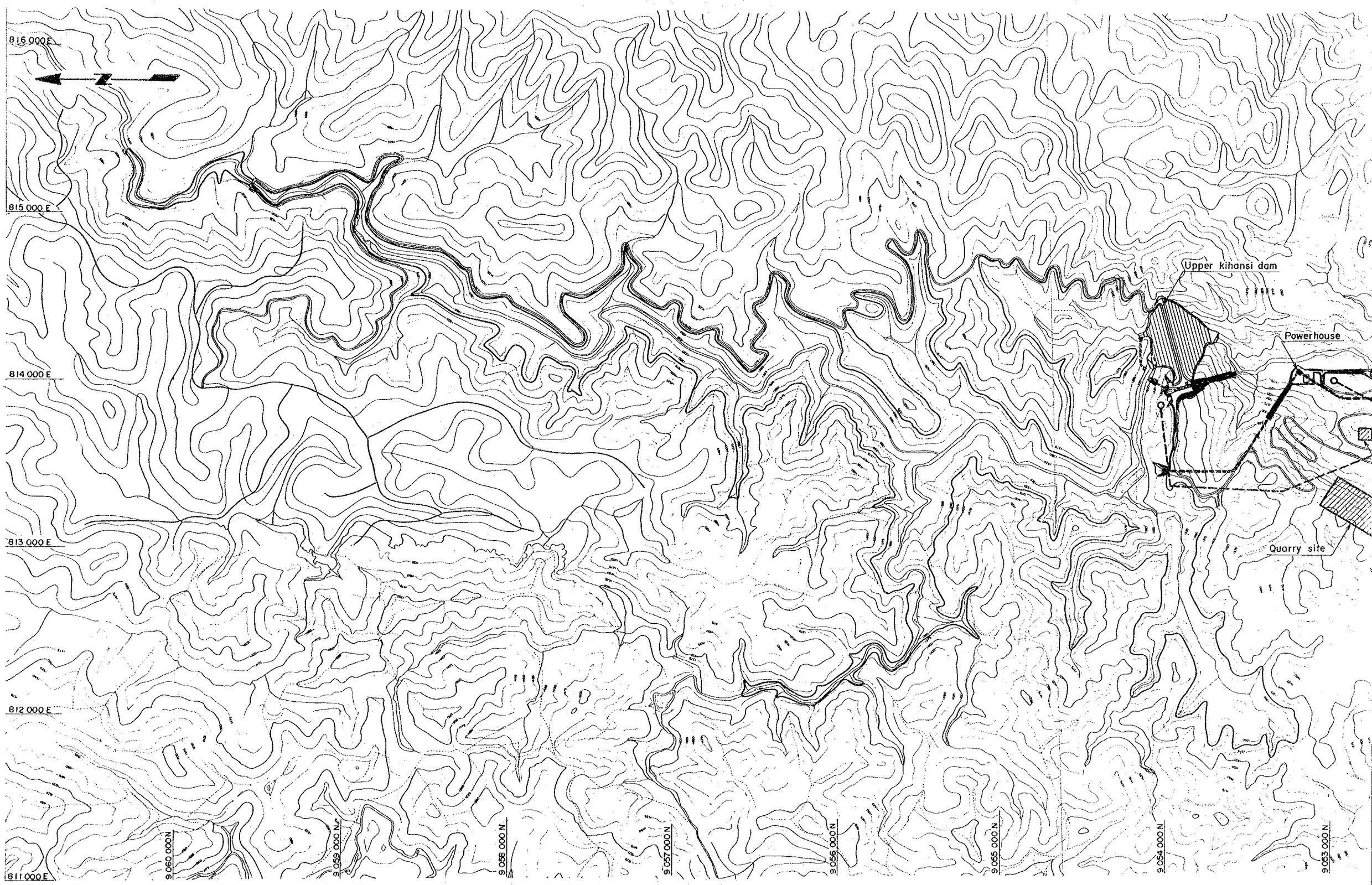
KIHANSI HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

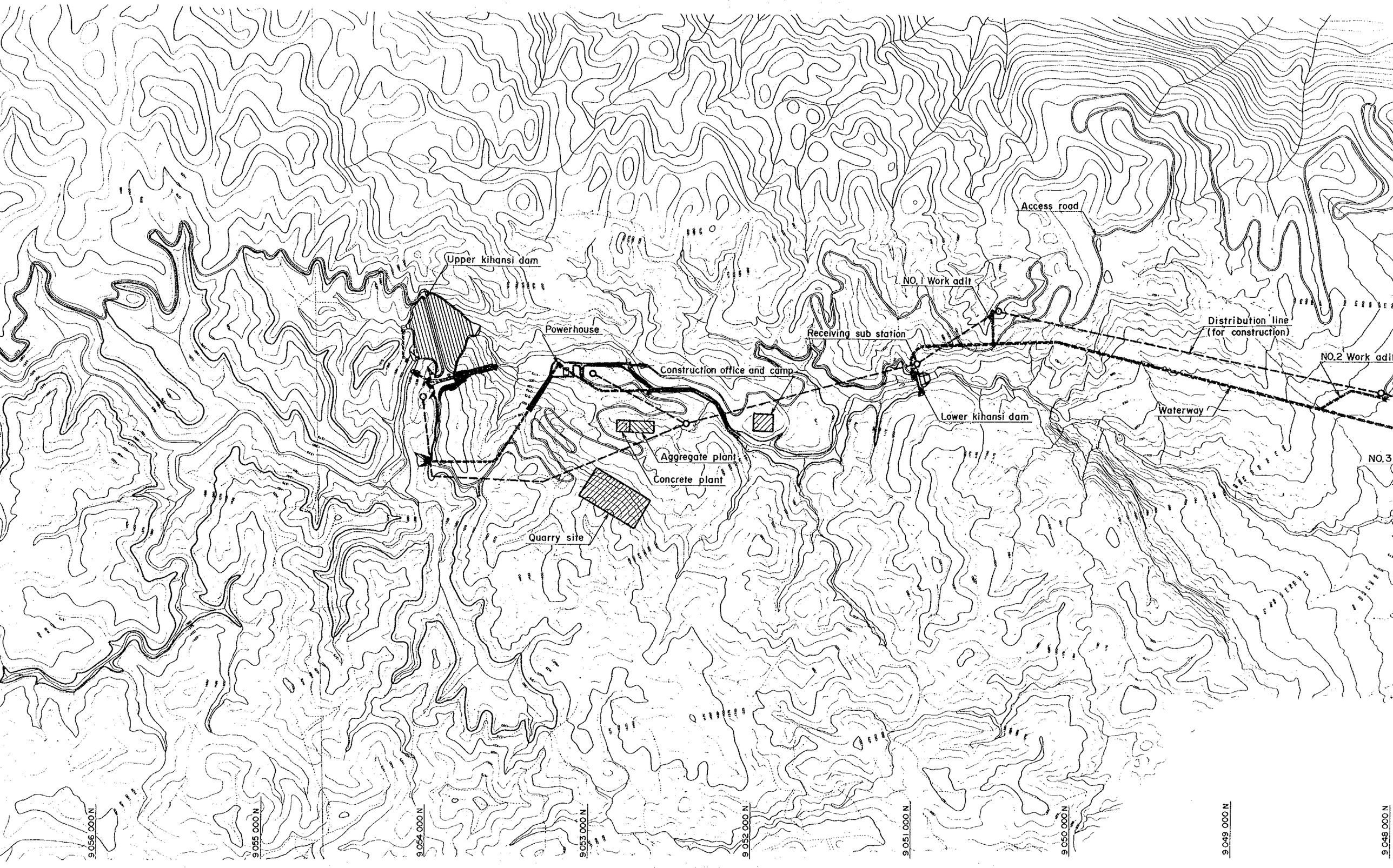
LOWER KIHANSI PROJECT

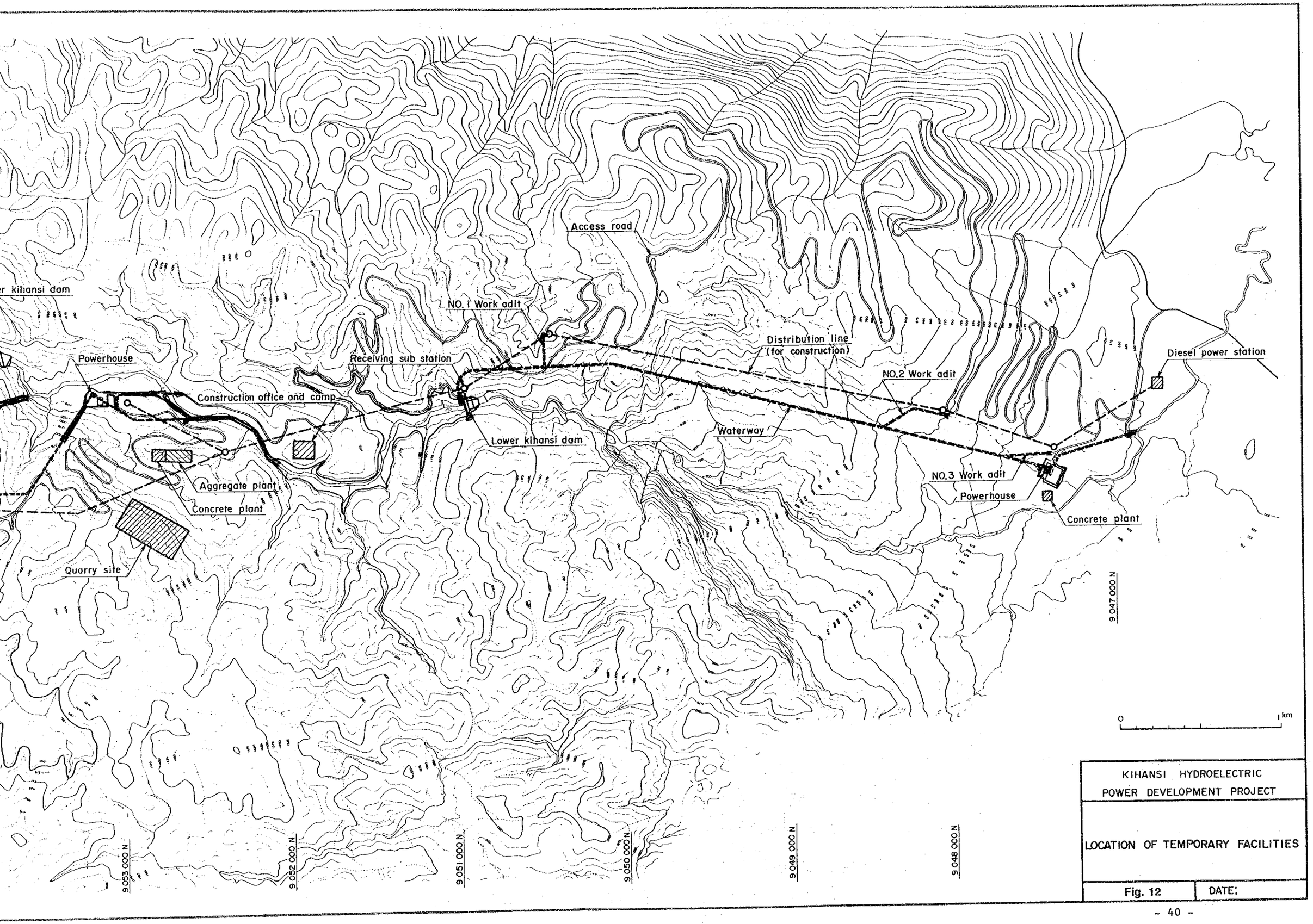
POWERHOUSE

PLAN AND SECTIONS

Fig. 11 | DATE:


816 000 E
815 000 E
814 000 E
813 000 E
812 000 E
811 000 E
9 060 000 N
9 059 000 N
9 058 000 N
9 057 000 N
9 056 000 N
9 055 000 N
9 054 000 N
9 053 000 N
Upper kihansi dam
Powerhouse
Quarry site


Upper kihansi dam
Powerhouse
Construction office and camp
Aggregate plant
Concrete plant
Quarry site
Receiving sub station
Lower kihansi dam
NO. 1 Work adit
Access road
Distribution line
(for construction)
Waterway
NO.2 Work adit
NO.3
9 056 000 N
9 055 000 N
9 054 000 N
9 053 000 N
9 052 000 N
9 051 000 N
9 050 000 N
9 049 000 N
9 048 000 N



KIHANSI HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT PROJECT

LOCATION OF TEMPORARY FACILITIES

Fig. 12 | DATE;