

オマーン国  
発電・海水淡水化複合プラント  
計画調査報告書  
(要 約)

昭和60年 8 月

国 際 協 力 事 業 団

310  
643  
MPN

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 9. 20	310
	64.3
登録No. 11967	MPN

# 要 約

1. 本プロジェクトの背景と重要性	1
2. 発電、海水淡水化の現状	1
2. 1 既存電力設備	1
2. 2 既存給水設備	3
3. 電力および水の需要予測	5
3. 1 電力需要予測および発電プラントの開発規模	5
3. 2 水需要予測および海水淡水化プラントの開発規模	7
4. プラント単機容量の選定	8
4. 1 発電プラント	8
4. 2 海水淡水化プラント	9
5. プラント型式の選定	9
5. 1 海水淡水化プラント	9
5. 2 発電プラント	10
5. 3 経済評価	12
5. 4 結 論	14
6. プラント建設地点	15
6. 1 地形、地質および基礎処理	15
6. 2 海水温度および水深	15

JICA LIBRARY



1044401[6]

7. 送電線および変電所	16
7. 1 Barka 変電所～Khuwair 連系変電所 (275KV, 60km)	16
7. 2 Musanna ～ Khabourah～ Sohar線 (132KV, 125km)	16
7. 3 変電所	17
8. 生産水送水設備	17
8. 1 貯水池	17
8. 2 送水ポンプ	17
8. 3 送水管	17
9. 要員計画	18
10. 工事工程	18
11. 工事費見積り	19
12. 財務分析	21
12. 1 前提条件	21
12. 2 財務分析の結果	21
プロジェクトの設備概要	23
(A) 発電、海水淡水化プラント	23
(B) 送電設備	26
(C) 変電設備	27
(D) 生産水送水設備	27
添付図面	29

## 要 約

### 1 本プロジェクトの背景と重要性

オマーン国においては生活水準の向上、社会開発、工業の発展等の理由により、電気と水の需要が急速に増大しつつあり、現有設備だけでは遠からず大きな供給不足が予想されている。このような状況に対処するため、発電および海水淡水化のための新計画の早急な立案が必要となり、電気・水省 (MEW) はBarka の近傍に大型の発電・海水淡水化複合プラントの建設を計画している。

本報告書は本プロジェクトに関して日本の国際協力事業団 (Japan International Cooperation Agency - JICA) が行ったフィージビリティ調査の結果を報告するものである。

本プロジェクトはオマーン国にとって非常に重要なプロジェクトであると同時に早期の完成が望まれるので、慎重な準備をベースとした可及的速かな建設の開始が必要である。

### 2 発電、海水淡水化の現状

#### 2.1 既存電力設備

##### 1) 首都圏の電力設備

##### (1) 発電所

首都圏には3発電所があり、1985年1月末現在の設備出力は566.1MWである。

発電所名	発電型式	設備出力(MW)
Ghubrah	汽力 ガスタービン	72.5 212.5
小計		285.0
Rusail	ガスタービン	249.0
Riyam	ディーゼル	32.1
小計		566.1

上記発電所のうち、Riyam 発電所のディーゼル・エンジンは、一両年中に全て農村地方に転用が計画されている。また、Rusail発電所は1986年に4号機および5号機合計166MWが、また1987年に6号機83MWが増設される計画となっている。

発電所の所内用電力消費は海水淡水化プラントを含むGhubrah 発電所全体で約

10.4MWと推定され、Rusailガスタービン発電所の所内消費率は0.65%と言われる。従って、Riyam 発電所を除いた首都圏発電設備の1985、1986および1987年の設備出力と送電端出力は以下の通りとなる。

(MW)

発電所	1 9 8 5			1 9 8 6			1 9 8 7		
	発電端	所内	送電端	発電端	所内	送電端	発電端	所内	送電端
Ghubrah	285	10.4	274.6	285	10.4	274.6	285	10.4	274.6
Rusail	249	1.6	247.4	415	2.6	412.4	498	3.2	494.8
合計	534	12.0	522.0	700	13.0	687.0	783	13.6	769.4

## (2) 送電線

首都圏の送電線はGhubrah 発電所からWadi Adai およびAl Falaj両変電所に至る各々132kV 2回線送電線と、Rusail発電所からGhubrah およびSeeb変電所に至る各々132kV 2回線送電線がある。

1985年6月着工予定の132kV 2回線送電線として、Rusail発電所～Wadi Adai 変電所間、Rusail発電所～Barka変電所間、およびWadi Adai変電所～Wadi Kabir変電所間の送電線が計画されている。このほか、Barka 変電所～Musanna 変電所間の132kV 2回線送電線の入札が1985年中に行われる予定である。

配電電圧は33kVおよび11kVであり、一般需要家に対する供給は200/240V 50Hz で行われている。

## (3) 変電所

132/33kV変電所として、Al Falaj変電所(250MVA)、Wadi Adai 変電所(250MVA)、Rusail変電所(150MVA)、Ghubrah 変電所(84MVA) およびSeeb変電所(126MVA)が運転している。

計画中の変電所はWadi Kabir、Barka およびMusanna 変電所の3ヶ所であり、変圧器容量は何れも250MVAである。

## (4) Musanna、Suwaiq、Rustaq等との連系

計画中のMusanna 変電所より、Musanna 町、Suwaiq町およびRustaq町に33kV線で配電する計画が進められており、現在それぞれの町のディーゼル発電所から供給を受けているこれらの町と周辺部落は1986年以降は首都圏の送電線を通して電力供給を受ける予定となっている。また、Mabellah町も1986年から首都圏送電線に接続される予定である。

## 2) Batinah 海岸地方の電力設備

### (1) 発電所

Batinah 海岸地方のうち、Musanna、Suwaiq、Rustaqは、現在それぞれ7.4MW、6.9MW および7.2MW のディーゼル発電所があるが、前述のように、これらの町は1986年以降は首都圏電力系統に含まれることとなる。

上記以外のBatinah 地域では発電所は下記の3ヶ所にあり、合計設備出力は65.8MWである。

発電所名	発電形式	設備出力(MW)
銅鉱山	ガスタービン	51.0
Shinas	ディーゼル	3.9
Khabourah	ディーゼル	10.9
合計		65.8

銅鉱山のガスタービンは17.0MW 3基から成り、このうち1台は“オーマン鉱山会社”(Oman Mining Company-OMC)の自家用発電機である。他の2台のうち1台はMEW の所有、残り1基はMEW とOMC の共用に供されている。

今後の増設計画としては1985年中に27.0MW 2基(MEW)、1986年に30.0MW 2基(農村開発委員会-RDC)の増設計画がある。従ってこの地域におけるガスタービンの総設備出力は1985年に105MW、1986年に165MW と予定される。

### (2) 送電線、変電所

銅鉱山のガスタービン発電所の発生電力は66/33kV のMagan 変電所よりLiwa、Majis、Sohar、Saham の各33/11kV 変電所に送電され、一般需要家に供給されている。また、内陸部のIbriおよび周辺地域への送電も1986年に開始が計画されている。

## 2.2 既存給水設備

本調査で対象としている計画給水地域はMuscatからBarka までの約70kmの帯状の範囲である。

首都圏の給水は1976年まではもっぱら井戸からの地下水汲上げに依存していたが、水需要の急速な増加に対処するため1977年にGhubrah に最初の海水淡水化プラントが建設され、運転開始した。その後1983年に、上記1号プラントに並列して2号プラントが運転開始し、現在の造水能力は平均47,730 m<sup>3</sup>/日である。

Ghubrah 海水淡水化プラント概要

プラント名		造水能力		運転開始年
既設	No.1 プラント	MIGPD 5	m <sup>3</sup> /日 (22,730)	1977
	No.2 プラント	5.5	(25,000)	1983
設	小計	10.5	(47,730)	
建設中	No.3 プラント	5.5	(25,000)	1986
	No.4 プラント	5.5	(25,000)	"
	小計	11	(50,000)	
合計		21.5	(97,750)	

(注) 造水能力は高温運転時の造水能力と低温運転時の造水能力の平均を示す。

MIGPD= 百万英 ガロン/日

1英ガロン=0.004546 m<sup>3</sup>

さらに、現在、既設No.2 プラントと同能力(25,000m<sup>3</sup>/日)のプラント 2基(No.3, No.4)を1986年 3月運転開始予定でGhubrah に建設中である。

従って、その完成時には、海水淡水化プラントの総生産能力は、97,750m<sup>3</sup>/日となる。

首都圏の井戸はWadi Aday, Wadi Hatat, Seeb, MawallaaおよびAl-Khawdの 5つの地下水地域に集中している。地下水汲上量は1982年には23,000m<sup>3</sup>/日に達したが、過度の汲上げにより海水が陸部に浸透して地下水が汚染されるのを防ぐため、1985年以降は新たな地下水源開発を含め、下表のとおり平均22,000m<sup>3</sup>/日に維持する方針をとっている。



### 1985年以降の地下水汲上量

地 区	最大汲上量 (m <sup>3</sup> /日)	平均汲上量 (m <sup>3</sup> /日)	井 戸 数
Wadi Aday	50,000	10,000	約 30
Mawallaa	2,000	1,000	3
Seeb	18,000	10,000	12
Al-Khawd Dam Well Feild	22,000		14
Old Government Well Feild	10,000		20
Rusail	1,000	1,000	2
計	103,000	22,000	約 80

### 3 電力および水の需要予測

首都圏およびBatinah 海岸地方における電力需要と、首都圏における水需要についてはMEWによってそれぞれ1990年までの需要予測が行われている。

JICA調査団は、これらの予測を検討すると共に、1995年まで予測を延長した。各需要予測の結果は次の通りである。

#### 3.1 電力需要予測および発電プラントの開発規模

首都圏では、各種のインフラストラクチャーの建設や人口の急速な増大のため、尖頭負荷は1976年の46.6MWから1980年は135.5MW、1984年は340.3MWに増大している。これを年平均増加率で見ると1976～1980年は30.6%、1980～1984年の最近4ヶ年は25.9%の高い増加率である。

今後の需要増加要因としては、既存電灯需要の自然増加のほか、次のものが挙げられる。

- Rusail 工業団地、セメント工場、製油所等の既存工業需要の増加
- 進行中のQaboos大学と同付属病院、Ghubrah 病院等による新規の大口需要
- 各地の住宅団地計画に伴う新規需要
- Musanna、Suwaiq、Rustaq等Batinah 地方の需要地およびMabellah町への新規送電による需要増

上記の需要に、Suwaiq以西のBatinah 地方の需要地、すなわち、Khabourah、Saham、Sohar、Liwa、Shinas等における需要を含めると、首都圏とBatinah を総合した電力

需給バランスは次の通りとなる。

(MW)

	1987	1988	1990	1991	1992	1995
尖 頭 負 荷						
首 都 圏	703	840	1,068	1,180	1,270	1,527
Batinah 地方	0	191	258	288	329	468
合 計 (A)	703	1,031	1,326	1,468	1,599	1,995
所 要 予 備 力						
首 都 圏	82	82	82	82	82	82
Batinah (Sohar)	0	30	30	30	30	30
合 計 (B)	82	112	112	112	112	112
所要供給力(A) + (B) = (C)	785	1,143	1,438	1,580	1,711	2,107
供給能力 (既存+計画中)						
首 都 圏	769	769	769	769	769	769
Batinah (Sohar)	0	225	225	225	225	225
合 計 (D)	769	994	994	994	994	994
総合需給バランス	-16	-149	-444	-586	-717	-1,113

- (注) 1. 首都圏の供給能力は、Barka 発電所運開前のものである。
2. 首都圏の需要にはMusanna、Suwaiq、Rustaq、Mabellahを含む。
3. Khabourah の需要はBatinah 地方に含めてある。
4. Sohar 内陸部の銅鉱山の発電所の増設計画は1986年まで決定済であるが、このほか1987年および1988年に、Sohar 市近郊に更に各30MWのガスタービン発電機を増設し、Barka 発電所運開までのBatinah 地方の需要増に対処するものと計画した。

以上の需給バランスを考慮すると、本プロジェクトの発電プラント(Barka発電所)は、1988年までに少なくとも150MW以上の運転開始が必要であり、1991年までには700MW以上の開発が必要と判断される。

### 3.2 水需要予測および海水淡水化プラントの開発規模

首都圏における水需要も人口の集中と経済発展の進展に伴って近年急速な伸びを示している。すなわち、Ghubrah で最初の海水淡水化プラントが運転開始した1977年の水生産量4,555,000 m<sup>3</sup>(12,400 m<sup>3</sup>/日)は1980年には11,177,000m<sup>3</sup>(30,600 m<sup>3</sup>/日)、1984年には23,488,000m<sup>3</sup>(64,400 m<sup>3</sup>/日)に増大している。これを年平均増加率で見ると、1977～1980年は34.8% 1980～1984年は20.4%の高い増加率である。1984年の水生産量のうち、井戸による供給量は全体の18%、残り82%は海水淡水化プラントによる生産水である。

今後の需要増加要因としては、既存需要の自然増加のほか、電力の場合と同様、次のものが挙げられる。

- Rusail工業団地、セメント工場、スポーツスタジアム、Qaboos大学および付属病院等の大口需要
- Azaiba、Ghala、Bosher、Lansabその他の住宅団地計画による需要
- 庭園散水、給水地域の拡大等による需要

将来の水需要予測と既存および建設中の給水設備の能力に基づいて策定される水需給バランスは次の通りである。

( m<sup>3</sup>/日 )

項 目	1985	1987	1988	1990	1991	1995
需 要 水 量 ( 平 均 )	99,274	136,958	155,088	193,596	206,877	260,000
“ ( 夏期ピーク)(A)	114,165	157,500	178,350	222,635	237,908	299,000
供 給 予 備 力 (B)	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
所要供給力 (A) + (B) = (C)	144,165	187,500	208,350	252,635	267,908	329,000
供 給 能 力						
井 戸	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000
Ghubrah 海水淡水化プラント	47,730	97,750	97,750	97,750	97,750	97,750
合 計 (D)	69,730	119,750	119,750	119,750	119,750	119,750
需 給 バ ラ ン ス (D) - (C)	-74,435	-67,750	-88,600	-132,885	-148,185	-209,250

計画地域にはダム等の大規模貯水施設はなく、しかも水源の大部分は海水淡水化プラントである。従って、水の安定供給のためには、定期補修や故障時における供給力

の低下を考慮して、電力の場合と同様に、少なくとも 1基分(30,000 m<sup>3</sup>/日)の海水淡水化設備を予備力として保有する必要がある。

本プロジェクトの海水淡水化プラント(Barka海水淡水化プラント)は技術的に可能な最短期間で施工すれば1988年末には運転開始が可能なので、予備力も含めて同年には少なくとも90,000m<sup>3</sup>/日の設備を完成させる必要がある。また、1991年の不足量約148,000m<sup>3</sup>/日に対処するためには、150,000m<sup>3</sup>/日の開発で足りるが、1995年の不足209,000m<sup>3</sup>/日を考慮すれば、施工の経済性、供給の安定性から見て、発電プラントの完成時期に合わせて1990年末までに180,000m<sup>3</sup>/日のプラントを建設しておくことが得策と判断される。

#### 4 プラント単機容量の選定

##### 4.1 発電プラント

一般に発電プラントは単機容量が大きくなれば設備出力当たりの建設費と運転維持費は安くなる。従って、機器の標準サイズの中で可能な限り大きな容量を選定することが適切である。また、Base load 供給用のsteam turbine generator の単機容量の選定は、系統運用と密接な関係がある。従って、本プロジェクトではオマーン国の電力系統に採用する最適な発電プラントの単機容量を2つの観点から検討した。

- (1) : 新設するBarka 発電所を系統内の主電源として、且つ経済性にウエイトを置く場合の単機容量の算出
- (2) : 新設するBarka 発電所を含む既設発電所群を含めた電力系統運用を信頼度(電源の分散化)と系統周波数変動に対する安定化に重点を置いた場合の単機容量の算出

単機容量の算出を検討した結果、経済性にウエイトを置く場合には120MW 級が適切であり、他方電力系統の信頼度と安定化にウエイトを置く場合は60MW級が最適である。

単機容量の相異を経済性で比較すると120MW 級の採用の場合は、60MW級の採用の場合に比較して総所要費用で約 5%有利である。

一方、電力系統の運用面からみると60MW級の採用のケースと 120MW級の採用のケースでは夫々の単機容量が電力系統に与える影響度が相異してくる。すなわち、単機容量が電力系統の周波数変動に大きく影響を与える1991年の 1~2 月頃の時点では60MW 級の導入では1機脱落時の周波数が49.17 Hz~48.33Hz に低下するのに対し120MW 級

の導入では 48.75Hz～47.50 Hzとなる。

周波数の変動はタービン発電機に重大な影響を与える。通常50Hzの運転周波数に対し、タービン発電機の許容運転周波数は48.5Hzであり、即時運転遮断周波数は47.5Hzであるので、120MW 級の場合には電力系統の全停を防ぐためには、部分的なload sheddingが必要となろう。以上より系統の信頼性と安定性の観点からは60MW級の導入が安全側であると判断できる。

#### 4.2 海水淡水化プラント

発電プラントの場合と同様に、海水淡水化プラントも単機容量が大きいほど経済的であり、現在商業運転の実績のある最大単機容量は約36,000 m<sup>3</sup>/日である。

一方、海水淡水化プラントも、季節的な水需要の変動や定期点検のためその出力を増減させる必要があり、首都圏の季節的需要変動差は平均需要に対し±15% である。従って1995年の夏冬の需要差は260,000 m<sup>3</sup>/日×0.30=72,000 m<sup>3</sup>/日と予想されるので、単機容量を30,000 m<sup>3</sup>/日とすれば冬期に 2基ずつ運転休止することができる。従って、海水淡水化プラントの単機容量は30,000 m<sup>3</sup>/日とし、全容量は30,000 m<sup>3</sup>/日× 6基=180,000 m<sup>3</sup>/日とすることが適当である。

### 5 プラント形式の選定

#### 5.1 海水淡水化プラント

海水淡水化プラントについて、多段フラッシュ法(MSF法) と逆浸透法(RO法) を特に次の項目に重点をおいて比較検討した。

- a) 稼 動 実 績
- b) 大 規 模 適 性
- c) 二重目的プラントへの適性
- d) 運転維持管理の容易性
- e) 建 設 期 間
- f) 経 済 性

検討の結果、MSF法は稼動実績、大規模適性、二重目的プラントへの適性の面において優位にあり、RO法は運転維持管理の容易性、建設期間、経済性の点で勝れており、

一概に優劣をつけ難い。しかし、商業運転中のもの、特に本プロジェクトのような大型プラントに関しては、MSF法の実績が圧倒的に多く、信頼性の面を重視すればMSF法を採用するのが妥当である。

また、MSF法を採用した場合、抽気タービンを使用した場合でも背圧タービンを使用した場合でも、造水比 8のプラントを採用するのが最も経済的に有利であると判断された。従って、発電プラントと接続する本プロジェクトの海水淡水化プラントは、MSF法の造水比8のプラントとする。

## 5.2 発電プラント

季節的変動の大きい電力需要に対処する一方、海水淡水化プラントに対しては一定量の蒸気供給を行ない得る発電プラントと海水淡水化プラントの組合せ形式として、次のType-A, B, C, D, EおよびFの6通りをとり上げて比較検討を行った。各Typeにおける発電機器の組合せは以下の通りである。

### Type-A

- ・ コンバインド・サイクル発電プラント:360MW( 発電単独目的)

80MW ガスタービン発電機× 3基
120MW スチームタービン発電機× 1基

- ・ 汽力発電プラント : 360MW( 発電・海水淡水化二重目的)

120MW スチームタービン発電機× 3基
-----------------------

### Type-B

- ・ コンバインド・サイクル発電プラント:720MW( 発電・海水淡水化二重目的)

80MW ガスタービン発電機× 7基
80MW スチームタービン発電機× 2基

### Type-C

- ・ コンバインド・サイクル発電プラント:360MW
  - ・ 汽力発電プラント :360MW
- (発電・海水淡水化二重目的)

機器の構成はType-Aと全く同様で、両プラントの抽気パイプを連結し、どちらのプラントからも蒸気を海水淡水化プラントに供給できるようにする。

### Type-D

- ・ コンバインド・サイクル発電プラント:360MW(発電単独目的)

80MW ガスタービン発電機× 3基  
120MW スチームタービン発電機× 1基

- ・ ガスタービン発電プラント: 400MW(発電、海水淡水化二重目的)

80MW ガスタービン発電機× 5基  
排熱ボイラー(海水淡水化プラント用)

### Type-E

- ・ 汽力発電プラント(背圧タービン) :160MW(発電、海水淡水化二重目的)

80MW背圧タービン発電機× 2基

- ・ コンバインドサイクル発電プラント :560MW(発電単独目的)

80MW ガスタービン発電機× 5基  
80MW スチームタービン発電機× 2基

### Type-F

- ・ 汽力発電プラント(背圧タービン) : 180MW (発電・海水淡水化二重目的)

60MW背圧タービン発電機× 3基

- ・ コンバインドサイクル発電プラント : 560MW(発電単独目的)

80MW ガスタービン発電機× 5基  
80MW スチームタービン発電機× 2基

### 5.3 経済評価

経済評価は、発電プラントと海水淡水化プラントの組合せについてType A, B, C, D, E およびF を考え、それぞれの工事開始時点から営業運転の終期に至までの全ての費用（建設費、運転維持費、一般管理費、燃料費等）を工事着工の年（1986年）の初頭に現価換算し、これら各現価換算額から次の率を求めて評価を行った。

- ・ 便益 / 費用比率
- ・ 経済的内部収益率（等価割引率）

フィージビリティ調査の目的は最も経済的なプロジェクトを策定することにある。従って費用最小目的（least cost solution）を満足するプロジェクトが最適プロジェクトとして推奨されることは言うまでもない。

しかしながら、機器の運転実績が乏しかったり、需要形態に特殊事情がある場合には、これらの条件についても考慮する必要がある。

海水淡水化プラントについては、MSF 法よりもRO法の方が経済性の面ではかなり有利であるが、RO法には二重目的プラントの実績がないこと、およびこれまでの大型プラントではMSF 法の採用が圧倒的に多いことを考慮して、本プロジェクトではMSF 法の採用を推奨した。

需要形態についての特殊事情は電力の場合におけるものであり、この問題は供給の安定性ないしは信頼度につながる。経済性と供給信頼度への考慮を含めた本プロジェクトの総合評価は以下の通りである。

#### 1) 便益 / 費用比率および経済的内部収益率

発電プラントと海水淡水化プラントの組合せの総費用現価換算額およびTYPE-Fの便益 / 費用比率(B / C 比率) は次の通りである。



総費用現価換算額およびType-Fに対する費用節約額

(百万円)

	割引率 8%		割引率 10%	
	総費用 (現価換算額)	Type-Fに対する 費用節約額	総費用 (現価換算額)	Type-Fに対する 費用節約額
Type-A	756.0	40.6	634.9	34.7
Type-B	758.9	37.7	636.6	33.0
Type-C	756.6	40.0	635.7	33.9
Type-D	758.1	38.5	633.1	36.5
Type-E	789.3	7.3	662.3	7.3
Type-F	796.6		669.6	

Type-Fの B/C 比率

	割引率 8%	割引率 10%
Type-Aに対して	0.949	0.948
Type-Bに対して	0.953	0.951
Type-Cに対して	0.950	0.949
Type-Dに対して	0.952	0.945
Type-Eに対して	0.991	0.989

(注) C : Type-Fの組合せの総費用現価額

B : その他の組合せの総費用現価額。この費用は、Type-Fの組合せを実施することによって支出されなくて済む費用なので、Type-Fの便益と見なされる。

上の表に示すように、割引率 8% のときはType-Aが最も経済的であり、割引率10% のときはType-Dを採用する方がより有利となる。因みにType-Aの経済的内部収益率は次の通りである。

Type - B に対して	11.5%
Type - D に対して	8.9%
Type - E に対して	} 30% 以上であり、算出の意味がない。
Type - F に対して	

また、表に示されるように、経済性に最も劣るのは、単機容量の小さい背圧タービン発電機を使用するType-Fであり、この組合せは、Type-A,B,C,Dよりも約5%の割高（割引率を8%で計算した現価換算額で41百万R0）となる。

## 2) 供給安定性への考慮

経済性の面ではType-Aが最も有利である。しかしながら、基底負荷供給用の単機容量120MWのタービン発電機を使用するType-Aにおいては、1～2月の最低負荷時に万一、当該機器が脱落した場合、系統の全停を避けるため、部分的なLoad Sheddingを行なう必要がある。このような措置を必要とする期間は、運開後数年間のことに過ぎず、また脱落事故が年間最低負荷時に生ずる確率も極めて低いので、長期的な観点から経済性を第一義とする立場から見ればType-Aの採用が適当であろう。

しかしながら、電力供給事業にとって最も重要なことは供給の安定性を確保することである。Barka 発電所は首都圏- Batinah 地方を含む連系電力系統の中で1990年代の主力発電所として機能すべき発電所であるから、運転の安全性と信頼性は特に強く要請される。従って、この観点から見れば、たとえ短期間であってもLoad sheddingの懸念を伴う発電所形式は望ましくなく、経済性は劣っても安全性と信頼度の高い発電所形式を採用するのが適当である。この点から見ると単機容量60MWの背圧タービン発電機を使用するType-Fの発電プラントは、運転保守が容易であり、電力・水の供給の安全性、信頼度は最も高く、この面から見ればType-Fの採用が適当であろう。

## 5.4 結 論

本調査においては、発電プラントと海水淡水化プラント組合せタイプのうち、代表的な6つのタイプをとり上げて詳細な調査を行った。

これらのタイプのうち、Type-Aは、電力負荷が小さい冬期において、スチームタービン発電機が脱落した場合に受ける影響が大きいという欠点はあるが、その経済性が高いという点において特徴がある。

従ってType-Aは経済評価の結果から、recommendable であると考えられる。

一方、Type-Fは、その経済性比較においてType-Aより約5%割高であるが、冬期においてスチームタービン発電機が脱落した場合に受ける影響が最も小さいことおよび電源の分散化等の観点から信頼性が高いという点において特徴がある。

Type-Fが有する長所によってもたらされるプラスを定量化することはできないが、

オマーン国の現状を十分に考察するときは、このプラスは決して小さいものとは考えられない。一方、前記の5%というマイナスは現在およびこのプロジェクトライフ期間中におけるオマーン国の経済事情から考えると、必ずしも決定的に大きな数字であるとは考えにくい。

上記のような考察に基づいてType-Fは経済性比較においてはType-Aより劣るとはいえ、オマーン国の現状から考察すればType-Aに比べてmore recommendableであると結論される。

## 6 プラント建設地点

### 6.1 地形、地質および基礎処理

発電・海水淡水化複合プラントの建設予定地点は、MEWによって承認された地点であり、Barka市の東方約9Kmの海岸に位置しており、プラント建設に必要な面積(1,000m×1,000m)は十分に確保できる。

地形測量の結果、地盤の高さは最高高潮面上約1mである。従って、プラントの廃棄水を海域に放流するために必要とする勾配および季節風による波浪の影響を考慮すると現地盤面を最低1m高上げする必要がある。

地質については地表踏査にとどまったが、Ghubrahで実施された地質調査結果およびBarka近傍で実施された地下水調査のためのボーリング結果等から判断すると、本地点においても地表下5~6mで標準貫入試験のN値は20以上になるものと推定される。従ってプラント構築物や重機器の基礎は、鉄筋コンクリート二重スラブおよびマット基礎を主体とした直接基礎構造でよいと思われる。しかしながら、GhubrahおよびBarkaでの地質調査結果はFeasibility study段階での参考資料にすぎないので、実施設計の段階では詳細な地質調査を行ない、基礎の構造様式を決定する必要がある。

### 6.2 海水温度および水深

深淺測量の結果、海底勾配は1/110~1/280の傾斜を呈しており、いわゆる遠浅の海岸である。

今回行った水温調査では、この地域の寒冷期(平均外気温24℃)であったため、沿岸からの距離および水深に関係なくほぼ一定の24℃となっていたが、夏期の水温測定記録によれば海水面の平均水温は30℃以上である。従って、実施設計の段階では夏期の海水温度測定も行ない、その水温分布と緩やかな海底勾配を考慮して取水方法を決

定する必要がある。

## 7 送電線および変電所

### 7.1 Barka 発電所～Khuwair 連系変電所 (275kV、60km)

電力需要予測によれば、Barka 発電所が運転開始する1988～1991年の首都圏の需要は首都圏、Batinah 地方を合わせた総需要の90%前後を占めると予想される。

この大電力の送電先である首都圏の連系変電所はできるだけ需要中心地に近いことが望ましく、また汐流バランスを勘案した結果、Ghubrah 発電所南方 3km付近の山裾平地にKhuwair 連系変電所の新設を計画した。

Barka 発電所の大電力740MW を60kmも送電するには132kV では多回線を要し技術的見地からも実際的でない。132kV の上位電圧の導入が必要である。

採用電圧は220kV、275kV ならびに330kV の候補電圧について経済比較を行い、かつ将来の系統拡大に対する適応性も考慮して275kV を選定した。

この275kV 送電線のルートは、Barka 発電所の開閉所から南方にコースを取り、国道を横断し、さらに東方に転じて、現在MEW で計画中のBarka 変電所に到達する。

275kV 線は、Barka 変電所に $\pi$ 分岐した後、Rusail方面にコースを取り、Rusail発電所を迂回した後東にコースを取りKhuwair 連系変電所に達する。ここで、132kV のRusail～Wadi Adai 線およびGhubrah～Wadi Adai 線を各々 $\pi$ 引き込みして連系する。

### 7.2 Musanna～Khabourah ～Sohar 線 (132kV、125km)

MEWでは、Batinah 地方の北部Shinas、Liwa、Sohar、Saham 等の需要地および内陸部のBuraimi、Ibri方面の電力需要増を賄うため、Sohar 南方20kmに位置する銅鉞山の発電所を増強し、1986年末までに合計出力165MW に増大させる計画を進めているが、1987年および1988年に更に各30MWの設備増強が必要である。このような設備増強計画を実施することによって、1988年までは当該系統内の需給バランスは確保できるが、1989年には供給力に不足を生ずる。

一方、MEW は、首都圏のRusail発電所～Musanna 間に132kV 送電線の建設計画を進めており、1986年には運転開始が予定されているので、同計画によって建設されるMusanna 変電所よりSohar まで132kV 送電線を延長し、Barka 発電所の電力を供給する。これに伴い、Khabourah に変電所を新設する。

また、銅鉱山発電所～Magan 間は既設66kV 1回線、Magan ～Sohar 間は33kV 2回線が運転中であるが、既に過負荷の状態であるので、1986年までに本プロジェクトとは別に132kV 線の建設が必要である。

### 7.3 変電所

上記の送電計画に伴う変電所建設計画は次の通りである。

Khuwair 連系変電所	: 275/132kV 、 250MVA × 3台
” ”	: 132/ 33kV 、 125MVA × 2台
Khabourah 変電所	: 132/ 33kV 、 45MVA × 2台
Barka 変電所	: 275/132kV 、 250MVA × 2台 (増設)

## 8 生産水送水設備

### 8.1 貯水池

海水淡水化プラント構内に設置する貯水池の最大貯水能力は、プラントの生産水量 180,000 m<sup>3</sup>/日と地下水混和量最大36,000 m<sup>3</sup>/日を合わせた216,000 m<sup>3</sup>(1日分) とし、プラントの運転状態の変動および送水量の変動を吸収させる。貯水池は 4槽に分け、1槽の容量を54,000 m<sup>3</sup>とする。

### 8.2 送水ポンプ

送水量の変動とポンプの運転保守を考慮し、送水ポンプを、予備1台を含め計7台設置する。仕様は次の通りである。

揚水量	27.5 m <sup>3</sup> /min
揚程	100m
回転数	980rpm
駆動	750kW 電動機(直結)

### 8.3 送水管

Line-A、Line-Bの 2送水管をMuscat～Sohar 間の幹線道路沿いに埋設する。送水先および送水量は以下の通りである。

区 間	送 水 量	管 径
Line-A : Ghubrah海水淡水化プラント行き ( 接続地点は同プラント貯水地)	108,000 m <sup>3</sup> /日	1,200 (35Km) 1,000 (25Km)
Line-B : Seeb town、空港、Azaiba、Ghalla、Bosher行き		
・ Barkaプラント～Seeb town 用分岐バルブ	108,000 m <sup>3</sup> /日	1,200mm
・ Seeb town 分岐バルブ～空港用分岐バルブ	70,000 m <sup>3</sup> /日	900mm
・ 空港用分岐バルブ～Azaiba分岐バルブ	38,000 m <sup>3</sup> /日	700mm
(Ghalla、Bosherを含む。)		

## 9 要 員 計 画

本発電・海水淡水化プラントの運営に必要な総要員数は 348人であり、部門別の内訳は次のとおりである。

工 場 管 理	6 (名)
工 場 長	1
副 工 場 長	2
秘 書	3
管 理 部 門	36
運 転 部 門	175
運 転 責 任 者	1
発 電 プ ラ ン ト	106
海 水 淡 水 化 プ ラ ン ト	68
保 守 部 門	131

要員の教育訓練は各ユニットの試運転開始の 6ヶ月前からユニットの保証期間が終了するまで、各種教材および実プラントを活用して保証技師の指導のもとに行われる。

## 10 工 事 工 程

電力および水道用水に対する需要は極めて急速に増大するものと予測され、これらの需要を満たすためには、発電部門では1988年半ばには少なくとも160MW の運転開始が必要である。海水淡水化部門では1986年にGhubrah 海水淡水化プラントの 3,4号機が運開してもなお不足が続くのでBarka 海水淡水化プラントは技術的に可能な限り早い

時期に運転開始が必要である。このため次の条件の下に工事を実施することが必要である。

仕様書、図面等入札用書類の作成 : 1986年はじめまでに完成

工事契約の締結ならびに着工 : 1986年 5月

上記スケジュールで着工した場合、発電および海水淡水化プラントの年度別出力は次の通りである。

項 目	1988	1989	1990	1991
Type-F発電プラント (MW)				
運転開始出力	160 (6月)	160	280	140
累 計 出 力	160	320	600	740
海水淡水化プラント(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /日)				
運転開始容量	60 [11月 1基 12月 1基]	30	90	---
累 計 容 量	60	90	180	180

## 11 工事費見積り

電力、海水淡水化両部門とも、1985年価格による基準直接工事費に対し、機械設備、土木建築工事とも予備費を10%、MEWの一般管理費配賦額を3%、Engineering Feeを2.5%計上した。物価上昇率については、内、外貨工事の割合を考慮すると総合平均で年率2.5%程度の上昇率が考えられるが、余裕を見込み年率3%の物価上昇率を上記の工事費に適用し総工事費の見積りを行った。この結果、1985年価格による工事費は電力部門241.60百万R0、海水淡水化101.68百万R0、計343.28R0と見積もられるが、年率3%の物価上昇率を見込んだ工事費は電力部門264.12百万R0、海水淡水化部門109.85百万R0、合計373.97百万R0となる。このうち、外貨工事費は320.24百万R0 (936.37百万US\$)、内貨工事費は53.73百万R0である。工事費の内訳は以下の通りである。(上記の工事費はType-Fの工事費である。)

タイプ F の工事費

(百万R0)

区 分	項 目	外 貨	内 貨	合 計	
電力部門	発 電 設 備	160.33	(百万US\$) (468.79)	10.79	171.12
	送 電 設 備	10.86	( 31.75)	4.35	15.21
	変 電 設 備	19.22	( 56.20)	3.64	22.86
	小 計( 基準直接工事費)	190.41	(556.74)	18.78	209.19
	予備費、管理費、Engineering fee 合 計 ( 1985年価格)	24.27 214.68	( 70.96) (627.70)	8.14 26.92	32.41 241.60
	物 価 上 昇 見 込 価 格	235.41	(688.33)	28.71	264.12
海水淡水化 部 門	プロセス設備	51.52	(150.64)	9.16	60.68
	生 産 水 送 水 設 備	17.88	( 52.28)	9.48	27.36
	小 計( 基準直接工事費)	69.40	(202.92)	18.64	88.04
	予備費、管理費、Engineering fee 合 計 (1985 年価格)	9.14 78.54	( 26.72) (229.64)	4.50 23.14	13.64 101.68
	物 価 上 昇 見 込 価 格	84.83	(248.04)	25.02	109.85
合 計	1985年 価格 工事費	293.22	(857.34)	50.06	343.28
	物 価 上 昇 見 込 価 格	320.24	(936.37)	53.73	373.97



## 12 財 務 分 析

### 12.1 前 提 条 件

財務分析は、発電プラントおよび海水淡水化プラントについてはType-Fの組合せを採用した場合について行った。分析に用いられた条件は次の通りである。

#### a) 資 金 調 達 の 条 件

外貨工事費については、各国輸出入銀行の融資条件やオマーン国に対する過去の2国間経済協力の条件等を総合勘案して次の条件を仮定した。

金 利 : 7.3 %

返 済 期 間 : 工事完成後15年間

内貨工事費については、本プロジェクトは政府の直営事業であるので無金利とも考えられるが、適正な原価主義料金単価を見出すため、オマーン開発銀行の融資条件を考慮して次のように仮定した。

金 利 : 8 %

返 済 期 間 : 工事完成後10年間

#### b) 送 配 電 ロ ス 率 お よ び 送 配 水 ロ ス 率

送配電ロス率は1983年の送電端電力量と販売電力量に基づいて15%と想定した。送配水ロス率は、過去の実績記録を考慮し、計量されない(un-metered)消費量を含めて20%と想定した。

#### c) 営 業 収 益 算 定 の ベ ー ス と なる 料 金 単 価 に つ い て は、電 力、水 道 と も、既 存 設 備 を 含 め て 原 価 主 義 に 基 づ い て 算 定 し た 料 金 単 価 を 算 定 し、こ れ を 使 用 し た。

### 12.2 財 務 分 析 の 結 果

以上の資金調達条件および算定した料金単価に基づいて財務計算を行った結果は次の通りである（計算期間は2010年までとする）。

#### a) 損 益 計 算 お よ び キ ャ ッ シ ュ ・ フ ロ ー

損益計算の結果は、1994年までは毎年若干の赤字を生ずるが1995年以降黒字に転じ、2010年までの純利益累計額は279.57百万R0に達する。また、キャッシュ・フローの年度バランスは、工事期間中の建中利子のため1999年まで赤字が続き、2000年より黒字に転ずる。

b) 収 益 率

稼働固定資産に対する営業利益の比率、すなわち収益率は次の通りである（2010年までの年平均）。

プロジェクト完成後最初の10年間 : 6.1 %

プロジェクトの耐用年数期間20年間 : 11.7%

c) 純 益 率

稼働固定資産に対する純利益の比率、すなわち純益率は次の通りである（2010年までの年平均）。

プロジェクト完成後最初の10年間 : 0.75%

プロジェクトの耐用年数期間20年間 : 6.2 %

## プロジェクトの設備概要

### (A) 発電、海水淡水化プラント

#### 1. 土木工事

##### (1) 取水路

取水量	40m <sup>3</sup> /sec
構造	開水路
水路	長さ 850m、巾 65m
築堤	長さ 850m×2 + 210m = 1,910m (最大高11.5m)

##### (2) 取水口およびポンプピット

構造	鉄筋コンクリート開渠 (カーテンウォール式)
規模	長さ 60.00m、巾 73.00m、高さ 13.20m

##### (3) 排水ピットおよび排水渠

構造	鉄筋コンクリート開渠
規模	長さ 130m、巾8.00~21.00m、高さ 2.80~8.50m

##### (4) 貯水池

貯水量	54,000m <sup>3</sup> ×4槽
構造	鉄筋コンクリート地上槽

#### 2. 建築工事

##### (1) 発電所本館

構造	鉄骨3階建
建物規模	面積 17,341m <sup>2</sup> 、建物容積 138,000m <sup>3</sup>

##### (2) 管理棟 (共用)

構造	鉄筋コンクリート2階建
延床面積	2,940m <sup>2</sup>

##### (3) 発電用制御棟

構造	鉄筋コンクリート2階建 (一部中2階)
延床面積	8,183 m <sup>2</sup>

(4) 海水淡水化用制御棟

構造 鉄筋コンクリート平屋建

延床面積 540㎡

(5) その他建物（薬液注入室、生産水処理室、共用建物等）

(6) 煙突（3基）

構造 鉄骨、自立型

高さ 80.00m 筒身頂部径2.40m

### 3. 発電プラント

#### 3.1 スチームタービン発電機

(1) ボイラー（3基）

型式 Natural circulation module type finned water tube

蒸発量 約400t/h

蒸気条件 約80kg/cm<sup>2</sup>

主使用燃料 天然ガス

(2) スチームタービン（3基）

型式 Impulse type

定格出力 60MW

蒸気条件 約80kg/cm<sup>2</sup>

回転数 3,000rpm

(3) 発電機（3基）

定格出力 75MVA

力率 0.8

短絡比 約0.5

#### 3.2 ガスタービン発電機

(1) タービン（5基）

型式 Heavy duty industrial type

定格出力 84MW (50℃)、109MW (15℃)

回転数 3,000rpm

(2) 発 電 機 (5 基)

定 格 出 力      140MVA  
力      率      0.8  
短 絡 比      約 0.5

3.3 コンバインド・サイクル用スチームタービン発電機

(1) 排 熱 ボ イ ラ ー (4 基)

型      式      Natural circulation module type finned water tube  
蒸 発 量      約160T/hr  
蒸 気 条 件      約60kg/cm<sup>2</sup>

(2) ス チ ーム ・ タ ー ビ ン (2 基)

型      式      Impulse type  
定 格 出 力      80MW(50℃) 、 85MW(15℃)  
蒸 気 条 件      約60kg/cm<sup>2</sup>  
回 転 数      3,000rpm

(3) 発 電 機 (2 基)

定 格 出 力      110MVA  
力      率      0.8  
短 絡 比      約 0.5

4. 海 水 淡 水 化 プ ラ ン ト (6 基)

(1) 蒸 発 缶 本 体

型      式      短管式長方箱型  
段      数      熱回収部20段、熱放出部3段、計23段

(2) プ ラ イ ン ヒ ー タ ー

型      式      横型シエルアンドチューブ式熱交換器

(3) 脱 気 装 置

型      式      真空式充填塔方式  
脱 気 性 能      溶存酸素量20ppb以下

(4) 抽 気 装 置 (1基当たり)

蒸気エベクター	2連3段式
バントコンデンサー (1基)	横型シエルアンドチューブ式熱交換器
エベクター-コンデンサー (1基)	"

(5) 主 要 ポ ンプ (1基当たり)

ブライン循環ポンプ (1基)	容量 13,150 <sup>m<sup>3</sup></sup> /h、全揚程 50m
ブライン排出ポンプ (1基)	容量 1,812 <sup>m<sup>3</sup></sup> /h、全揚程 20m
蒸留水ポンプ (2基)	容量 1,500 <sup>m<sup>3</sup></sup> /h、全揚程 20m
コンデンセートポンプ (2基)	容量 198 <sup>m<sup>3</sup></sup> /h、全揚程 35m

(6) 後 処 理 設 備 (計1基)

型 式	蒸発缶体からの排ガス利用による石灰石溶解方式
処 理 量	180,000 <sup>m<sup>3</sup></sup> /日
処理水全硬度	60±10mg/l (CaCO <sub>3</sub> )

(7) 補 助 ボ イ ラ ー (計2基)

型 式	水管式屋外用
蒸 発 量	300T/h (1基当たり)
蒸気圧力	10kg/cm <sup>2</sup> G
蒸気温度	183℃
使用燃料	天然ガス (重油も使用可能)

(B) 送 電 設 備

1. Barka ~ Khuwair 線

(1) 区 間 お よ び 亘 長

Barka P.S. ~ Barka S.S. 13km

Barka S.S. ~ Khuwair S.S. 47km

(2) 電圧、回線数 275kV、2回線

(3) 電 線 AAAC 400mm<sup>2</sup>、4 導体

(4) 支 持 物 垂直2回線配列アングル鉄塔

## 2. Musanna ~Khabourah ~Sohar 線

### (1) 区 間 お よ び 亘 長

Musanna S.S. ~Khabourah S.S. 60km

Khabourah S.S. ~Sohar S.S. 65km

(2) 電 圧、回 線 数 132kV、2 回 線

(3) 電 線 AAAC 400mm<sup>2</sup>、2 導 体

(4) 支 持 物 垂 直 2 回 線 配 列 ア ン グ ル 鉄 塔

## (C) 変 電 設 備

### 1. Khuwair 連 系 変 電 所

(1) 変 圧 器 容 量 250MVA 125MVA

(2) 電 圧 275/132kV 132/33kV

(3) 台 数 3 2

### 2. Khabourah 変 電 所

(1) 変 圧 器 容 量 45MVA

(2) 電 圧 132/33kV

(3) 台 数 2

### 3. Barka 変 電 所 (増 設)

(1) 変 圧 器 容 量 250MVA

(2) 電 圧 275/132kV

(3) 台 数 2

## (D) 生 産 水 送 水 設 備

### 1. 貯 水 池 ((A).1.(4)発 電 所 土 木 工 事 の 項 に 記 載)

### 2. 送 水 ポ ン プ

(1) 基 数 7 (う ち 1 基 は 予 備)

(2) 揚 水 量 27.5m<sup>3</sup>/min

- (3) 揚 程 100m
- (4) 回 転 数 980rpm
- (5) 駆 動 750kW 電動機

### 3. 送 水 管

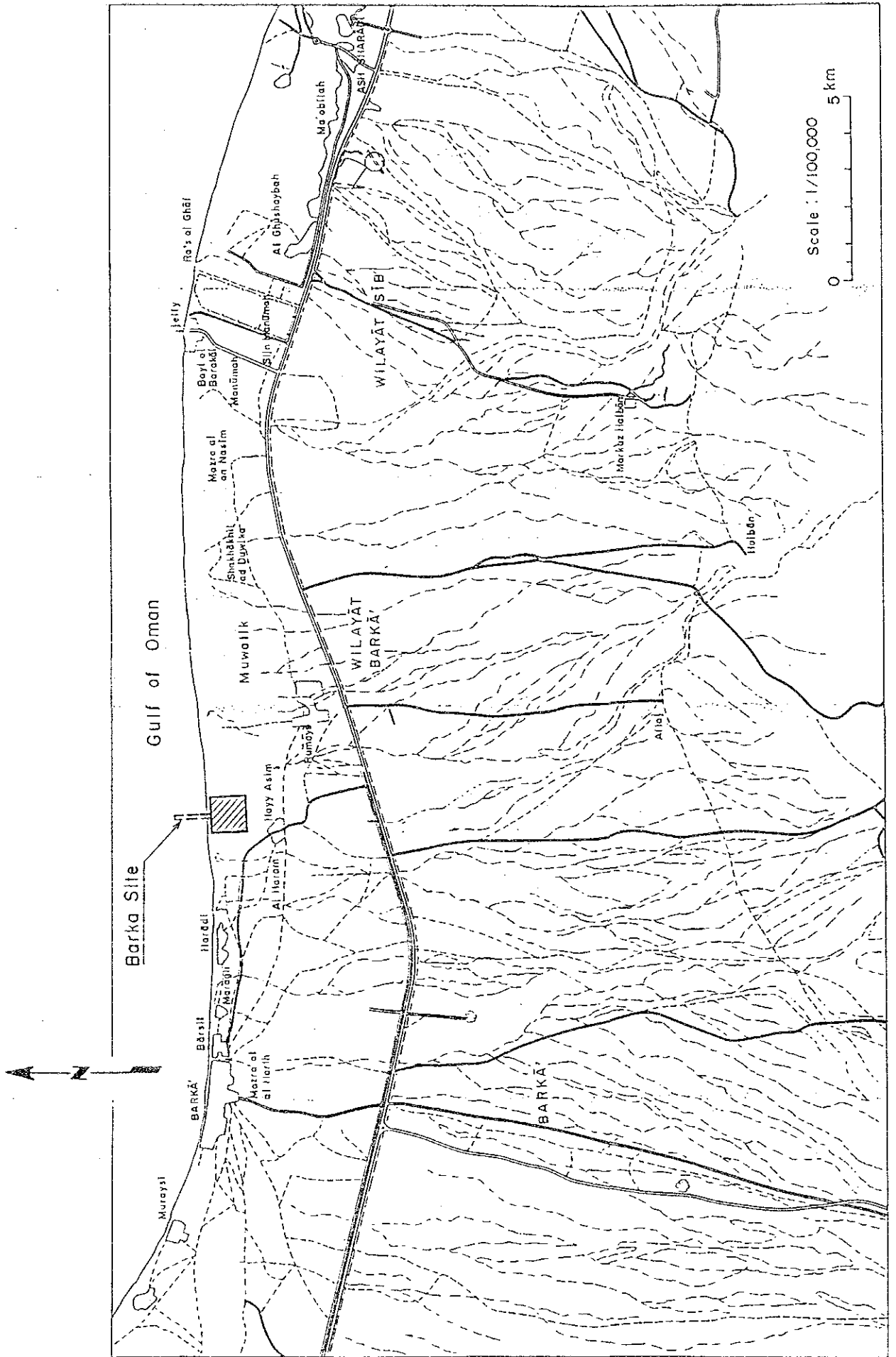
区 間	送 水 量 (m <sup>3</sup> /日)	管 径 (mm)
(1) Line-A		
Barka プラント～Ghubrah 貯水池	108,000	1,200 (35Km)
		1,000 (25Km)
(2) Line-B		
Barka プラント～Seeb town 用分岐バルブ	108,000	1,200
Seeb town 用分岐バルブ～空港用分岐バルブ	70,000	900
空港用分岐バルブ～Azaiba分岐バルブ	38,000	700



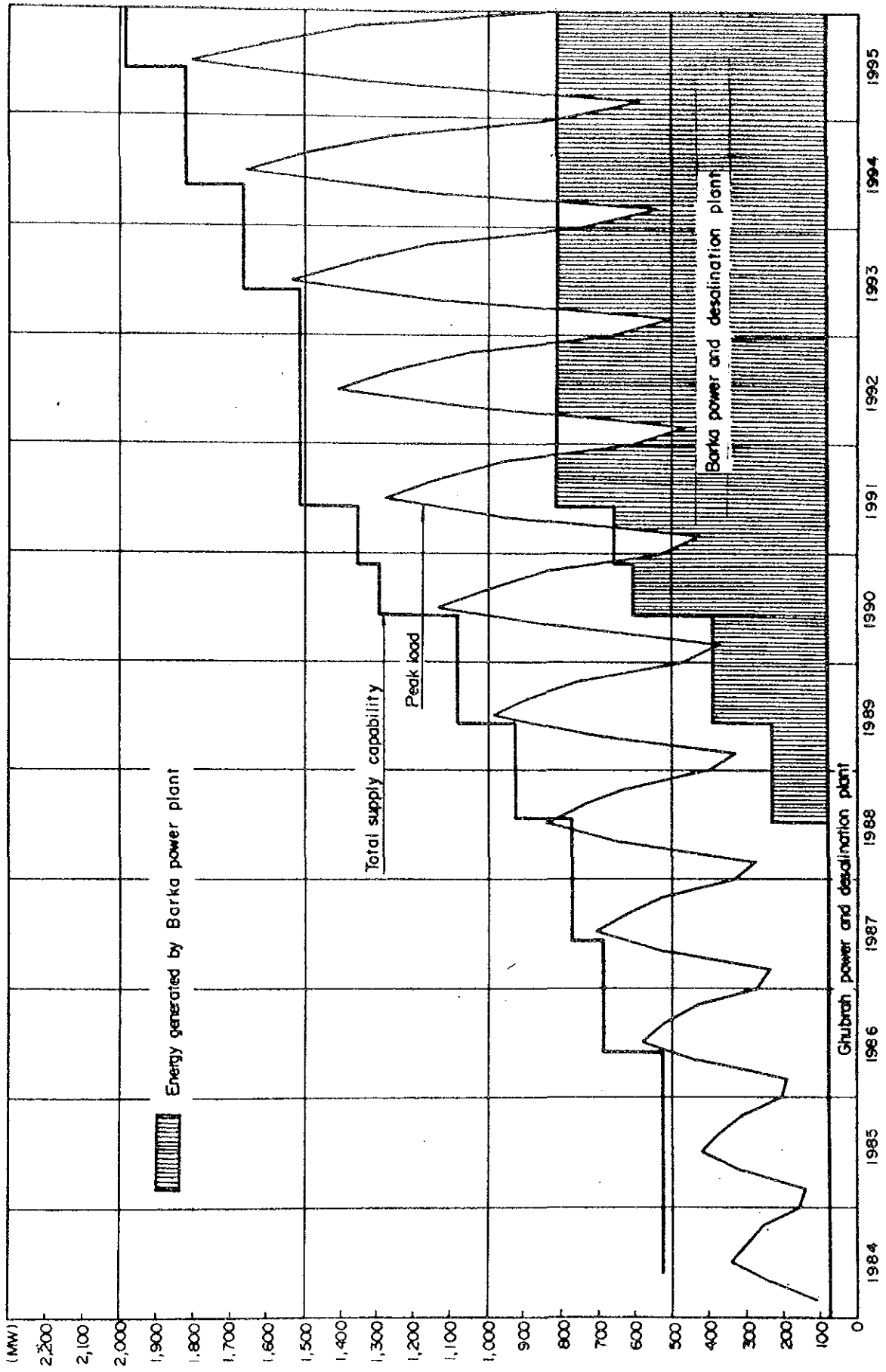
添 付 図 面

- ・ LOCATION OF BARKA SITE
- ・ LOAD FORECAST AND POWER DEVELOPMENT PROGRAM
- ・ WATER DEMAND AND SUPPLY BALANCE AND DESALINATION PLANT CONSTRUCTION PROGRAM
- ・ PLOT PLAN
- ・ SYSTEM DIAGRAM OF POWER AND DESALINATION COMPLEX PLANT (TYPE-F)
- ・ PROPOSED TRANSMISSION LINE ROUTE
- ・ ELECTRIC POWER SYSTEM
- ・ WATER SUPPLY DISTRICT PLANNED FOR CAPITAL AREA
- ・ WATER CONDUIT PIPE ROUTE
- ・ CONSTRUCTION SCHEDULE FOR POWER AND DESALINATION COMPLEX PLANT

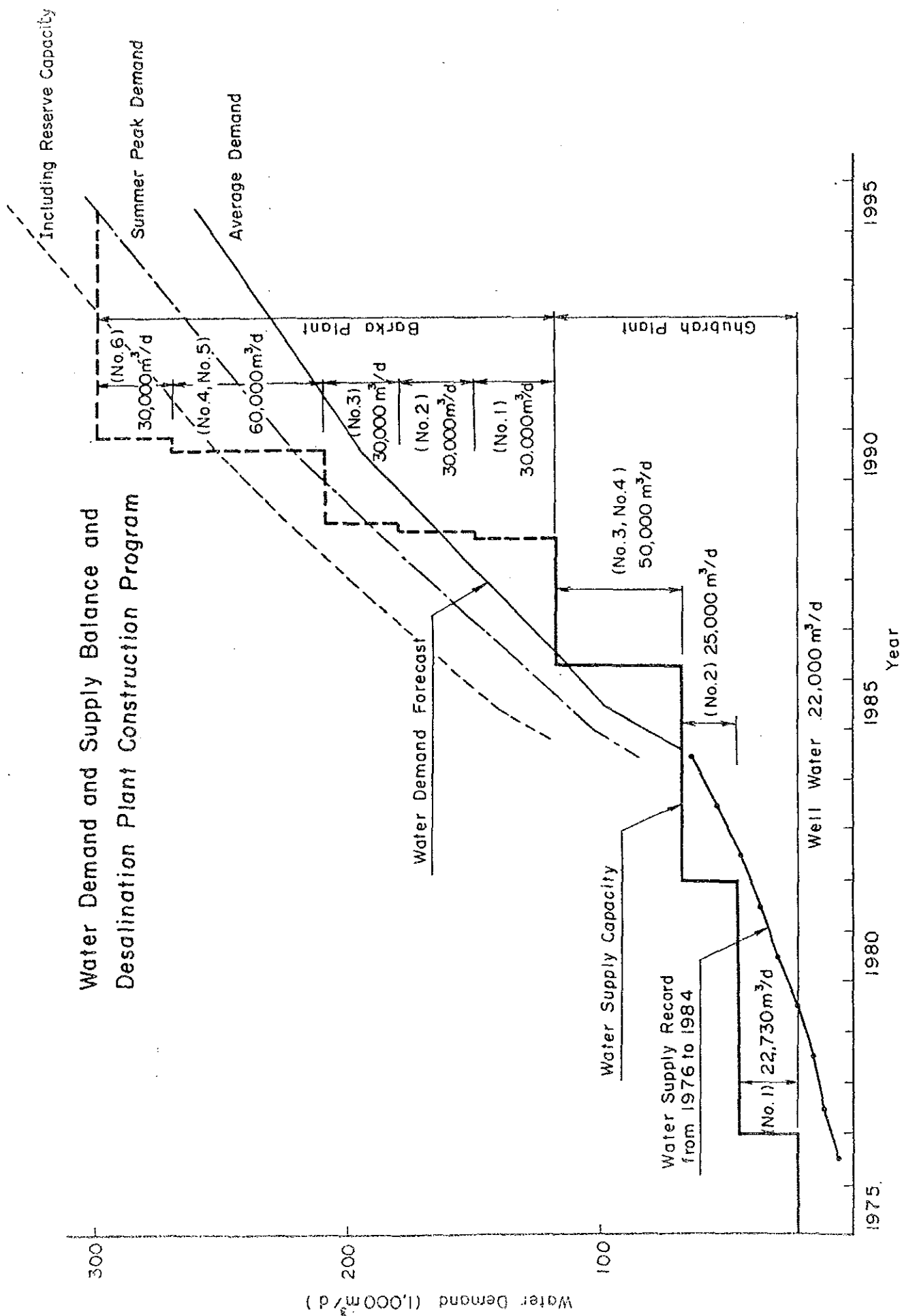
LOCATION OF BARKA SITE

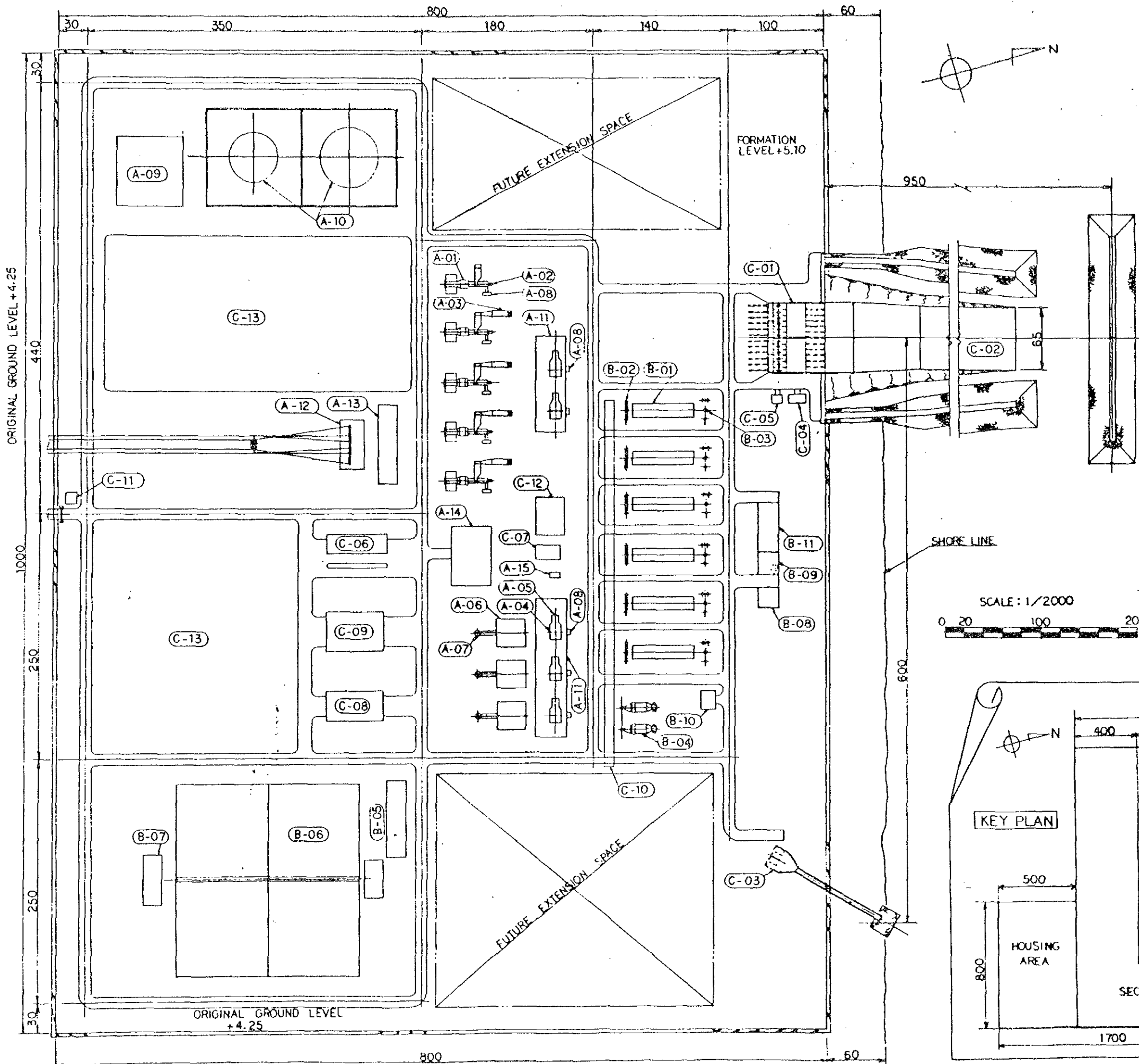


Load forecast and power development program

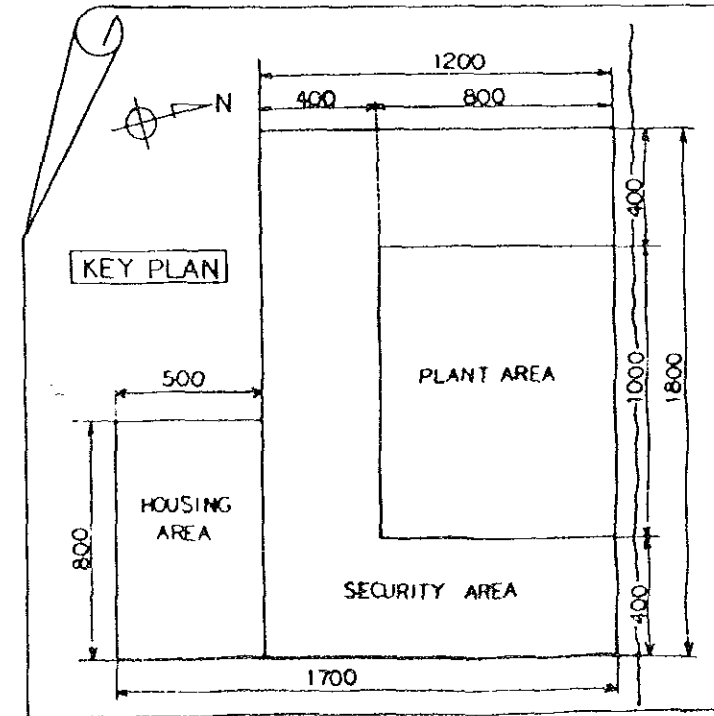
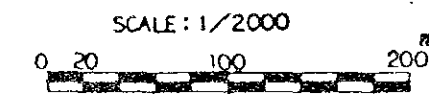


# Water Demand and Supply Balance and Desalination Plant Construction Program





ITEM NO	FACILITY	REMARKS
<b>POWER PLANT</b>		
A-01	GAS TURBINE	
A-02	GENERATOR	
A-03	HEAT RECOVERY UNIT	
A-04	STEAM TURBINE	
A-05	GENERATOR	
A-06	STEAM GENERATOR	
A-07	STACK	
A-08	TRANSFORMER	
A-09	FUEL GAS RECEIVING UNIT	
A-10	FUEL OIL TANK	
A-11	TURBINE HALL	
A-12	SENDING OUT FACILITY	
A-13	SWITCH GEAR ROOM	
A-14	CENTRAL CONTROL BUILDING	
A-15	DAMP CONDENSER	
<b>DESALINATION PLANT</b>		
B-01	EVAPORATOR	
B-02	BRINE HEATER	
B-03	DESAL PUMPS	
B-04	AUX. STEAM GENERATOR	
B-05	PRODUCT WATER TREATMENT	
B-06	PRODUCT WATER RESERVOIR	
B-07	PRODUCT WATER PUMPING STATION	
B-08	DESAL CONTROL BUILDING	
B-09	DESAL CHEMICAL INJECT BUILDING	
B-10	DESAL SWITCH GEAR BUILDING	
B-11	CHEMICAL STORE HOUSE	
<b>COMMON FACILITY</b>		
C-01	SEA WATER INTAKE & PUMP PIT	
C-02	SEA WATER INTAKE CHANNEL	
C-03	SEA WATER OUTFALL	
C-04	CHLORINATION BUILDING	
C-05	SEA WATER PUMP CONTROL ROOM	
C-06	ADMINISTRATION BUILDING	
C-07	COMPRESSOR ROOM	
C-08	STORE	
C-09	WORK SHOP	
C-10	PIPE RACK	
C-11	GATE HOUSE	
C-12	UTILITY SPACE	
C-13	STORAGE YARD	



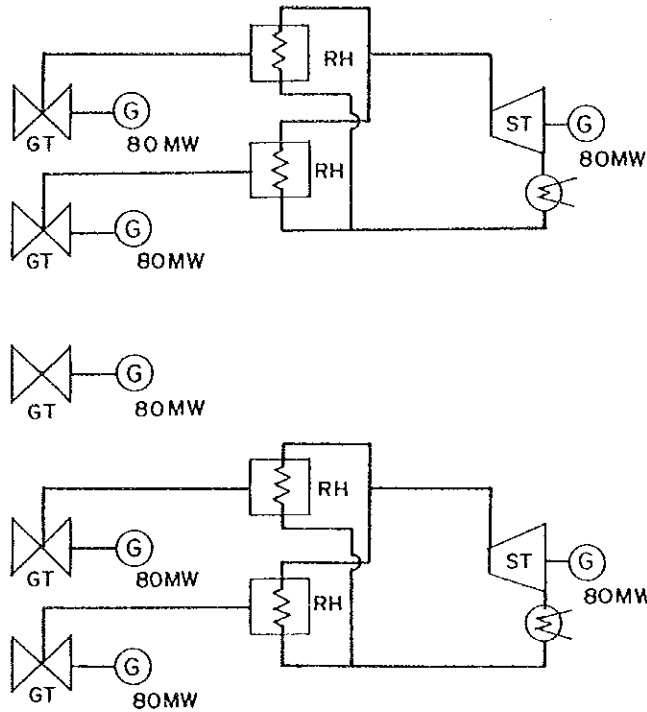
PLOT PLAN



# SYSTEM DIAGRAM OF POWER AND DESALINATION COMPLEX PLANT (TYPE-F)

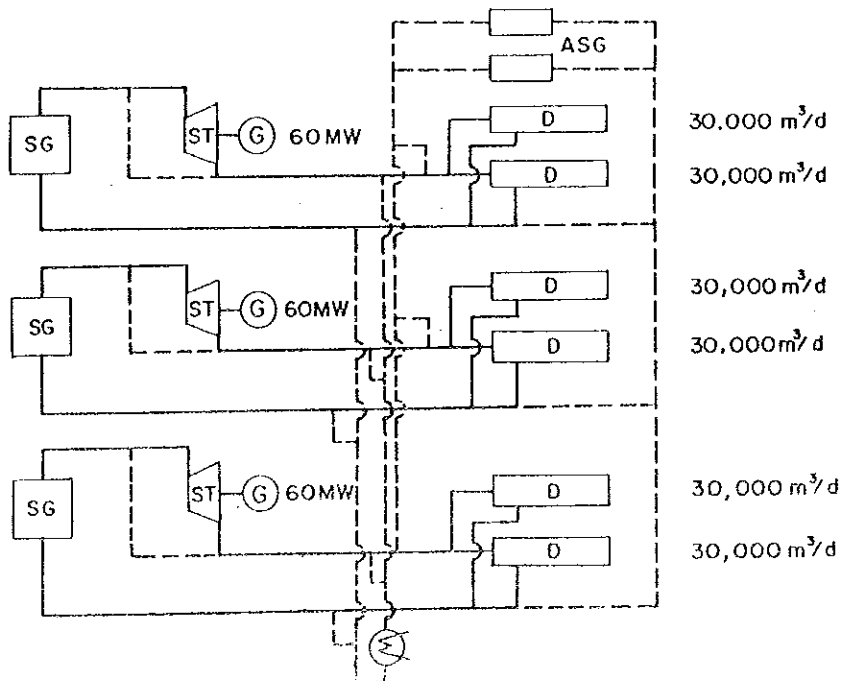
TOTAL OUTPUT	}	POWER PLANT	GAS TURBINE	$80\text{MW} \times 5 = 400\text{MW}$	}	740MW
			COMBINED STEAM TURBINE	$80\text{MW} \times 2 = 160\text{MW}$		
	DESALINATION PLANT	BACK PRESSURE TURBINE	$60\text{MW} \times 3 = 180\text{MW}$			
				$30,000\text{m}^3/\text{d} \times 6 = 180,000\text{m}^3/\text{d}$		

## (1) GAS-STEAM COMBINED CYCLE GENERATOR

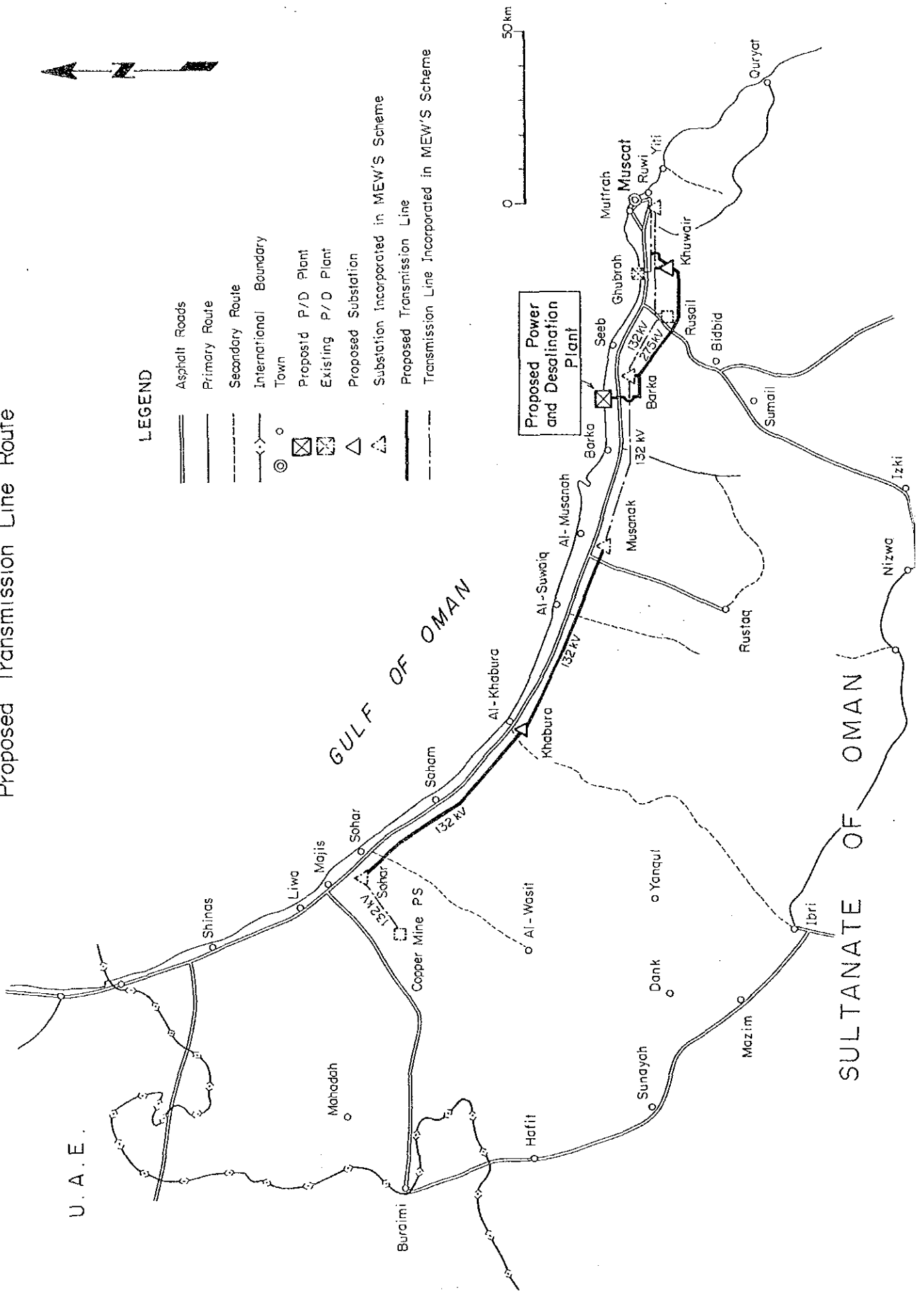


- GT : Gas Turbine
- ST : Steam Turbine
- RH : Recovery Heat  
Steam Generator
- G : Electric Generator
- SG : Steam Generator
- ASG : Aux. Steam Generator
- D : Desalination Plant

## (2) BACK PRESSURE STEAM TURBINE CYCLE GENERATOR AND DESALINATION PLANT



# Proposed Transmission Line Route



## LEGEND

- Asphalt Roads
- Primary Route
- Secondary Route
- International Boundary
- Town
- Proposed P/D Plant
- Existing P/D Plant
- Proposed Substation
- Substation Incorporated in MEW'S Scheme
- Proposed Transmission Line
- Transmission Line Incorporated in MEW'S Scheme



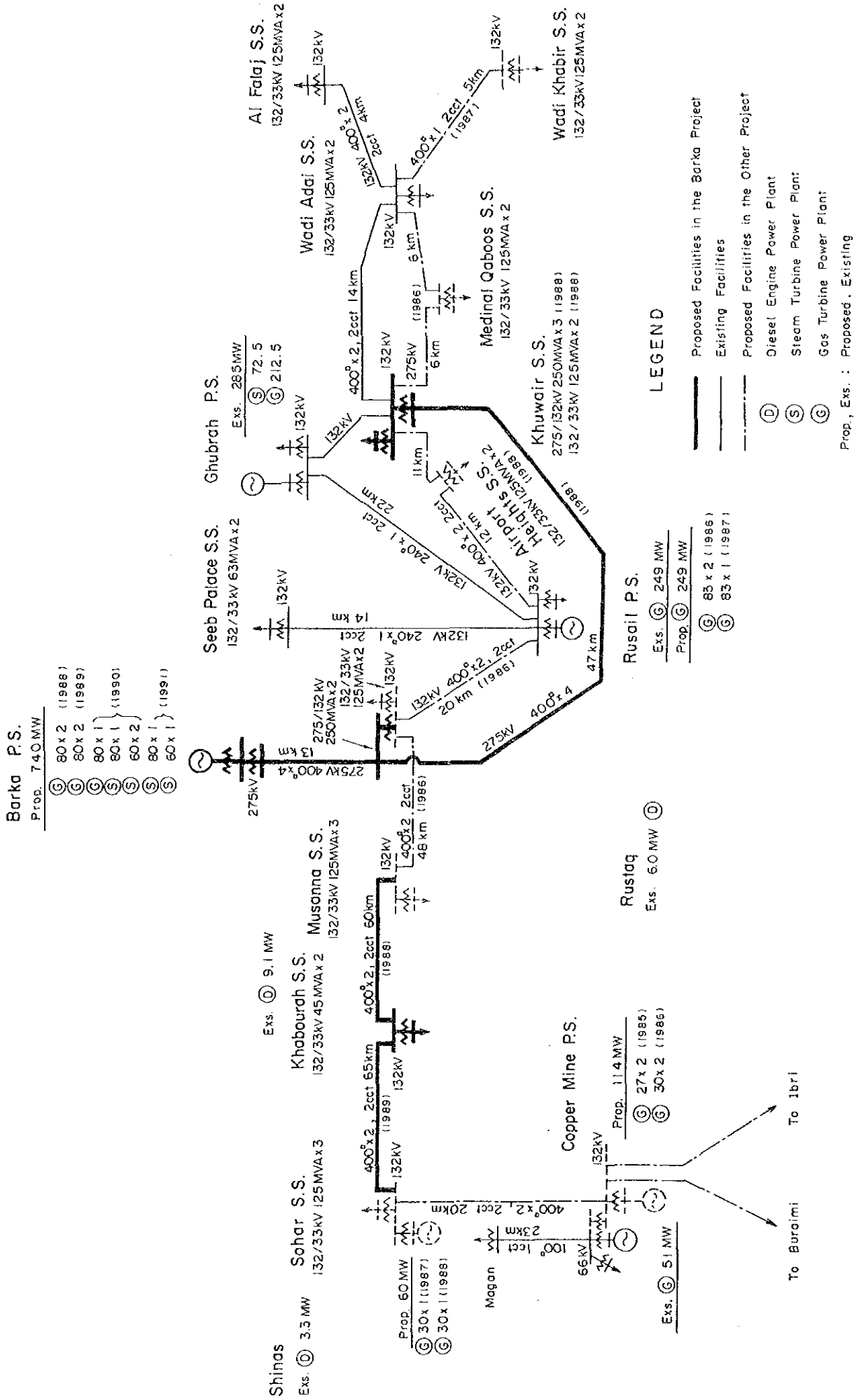
U.A.E.

GULF OF OMAN

SULTANATE OF OMAN



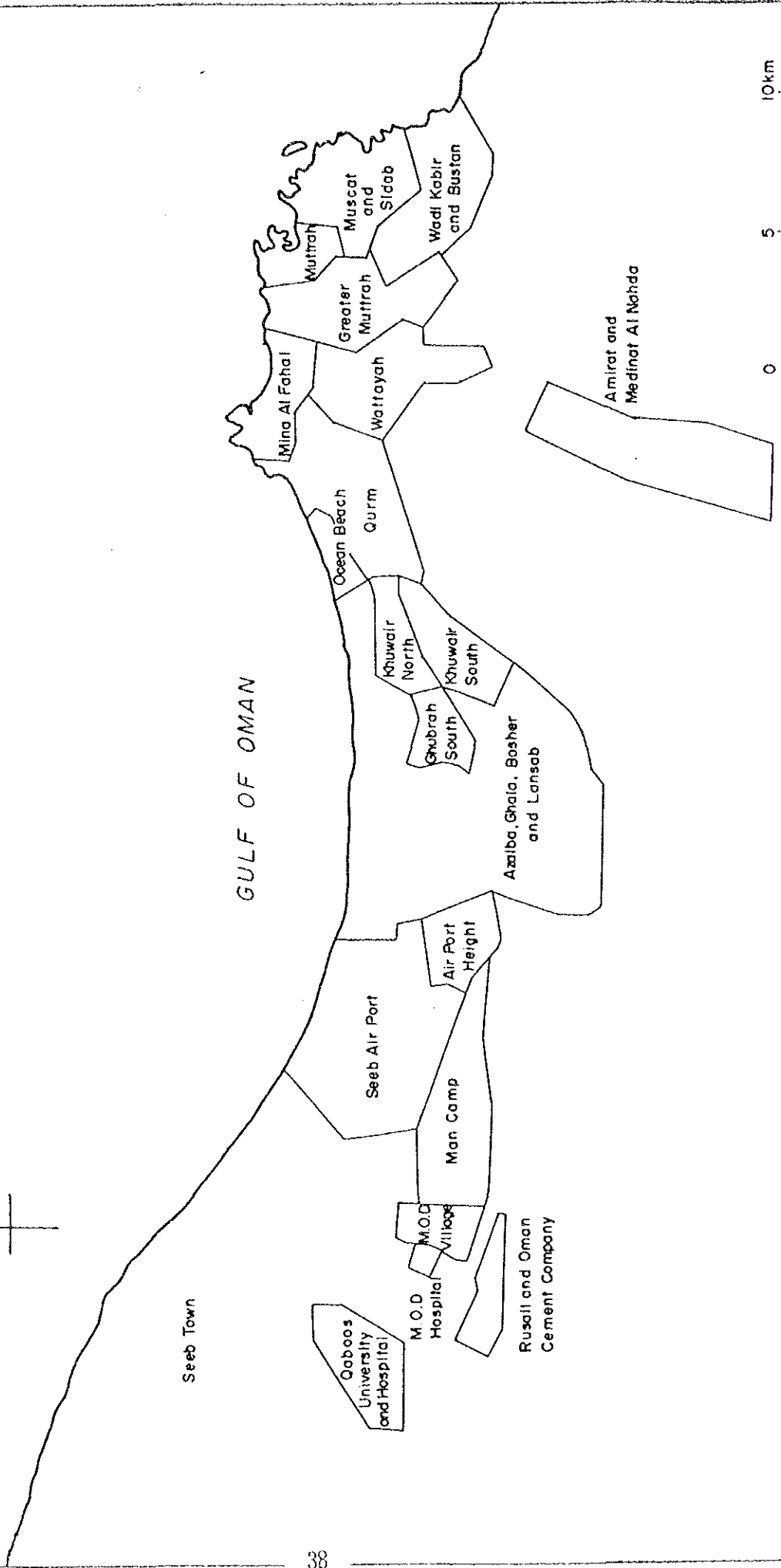
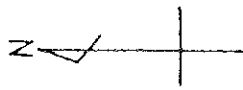
# ELECTRIC POWER SYSTEM (Capital and Batinah Areas)



### LEGEND

- Proposed Facilities in the Barka Project
  - Existing Facilities
  - Proposed Facilities in the Other Project
  - Diesel Engine Power Plant
  - Steam Turbine Power Plant
  - Gas Turbine Power Plant
- Prop., Exs.: Proposed, Existing

# Water Supply District Planned for Capital Area









JICA