フィリピン共和国

ボホール農業開発計画実施設計

調査業務報告書

（付属書）

昭和58年3月

国際協力事業団

No.=

フィリピン共和国
ボホール農業開発計画実施設計
調査業務報告書
（付属書）

昭和５８年３月

国際協力事業団

付属書

目 次

付属書－1　（建築、ビラール）

1．工事費

Bilarは農業推進センター基地であるダオから40km以上も離れているので、日本人専門家の作業を容易にするため現場事務所、倉庫および車庫を計画する。施設の規模は下記のとおりである。

1）事務所兼宿舎	42㎡
2）倉庫および車庫	60㎡
3）カウンターパーツ宿舎	28㎡
4）給排水施設	1式
5）電気施設	1式
6）フェンスおよびゲート	1式
7）整地工事	600㎡

この施設に必要な工事費は下記のごとく積算される。

表－1　工事費

1．直接工事費					
	1-1	準備費			P 18,500
	1-2	事務所および宿舎			96,100
	1-3	倉庫および車庫			40,400
	1-4	カウンターパーツ宿舎			37,100
	1-5	給排水施設			53,500
	1-6	整地工事			10,000
	1-7	フェンスおよびゲート			8,400
	1-8	電気工事			6,000
		計			270,000
2．経費	(16%)		43,200	(40%)	108,100
3．予備費	(10%)		31,300	(10%)	37,800
4．物価上昇	(15%)		51,700	(15%)	62,400
		計	126,200		208,300
		合計	P396,200		P478,300
(換算レート　P＝¥25)			¥9,905,000		¥11,957,000

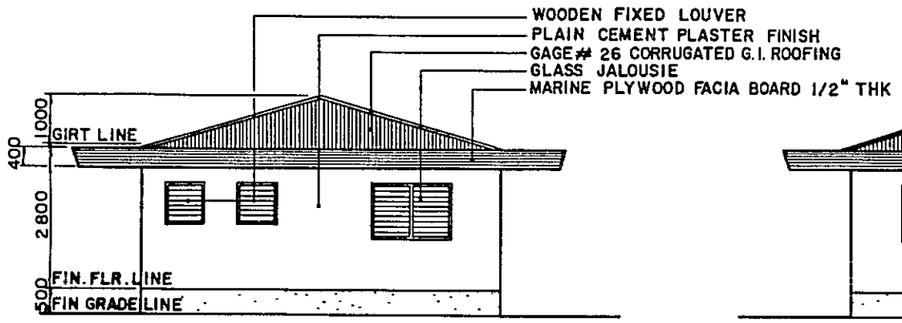
2. 添付図面

LIST OF DRAWINGS (BUILDINGS)

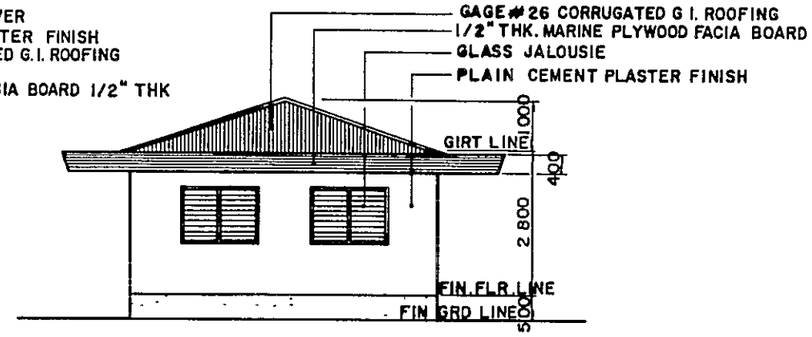
(BILAR)

DWG. NO.	TITLE
B - 1 - 2	OFFICE (1/2 - 2/2)
B - 3	WAREHOUSE & GARAGE
B - 4	ACCESSORY OF BUILDING

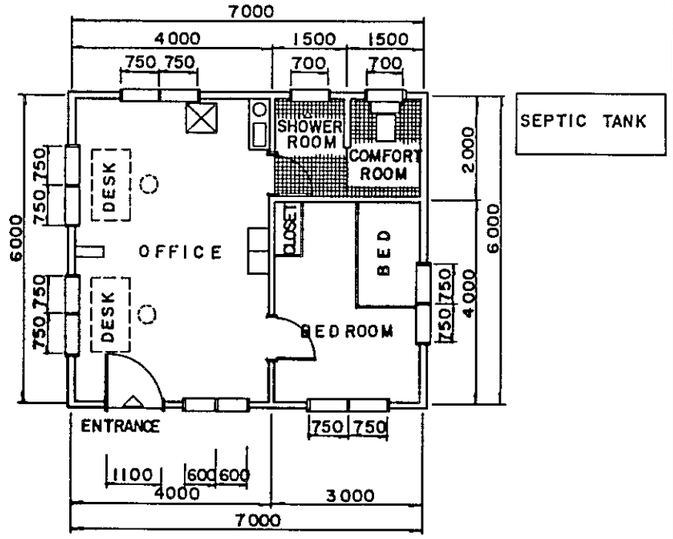
(4)



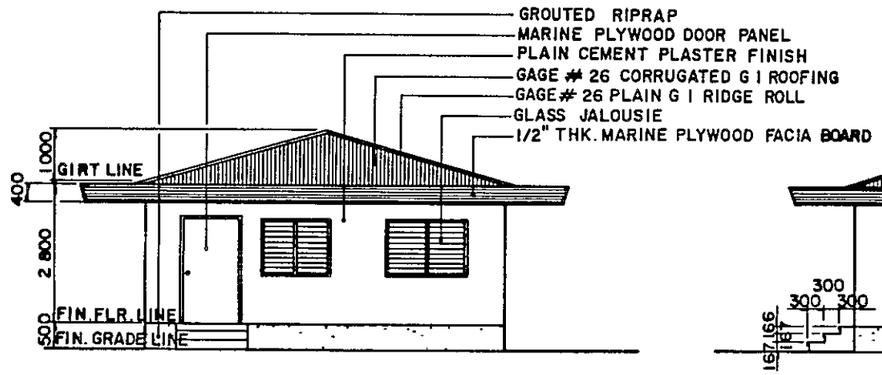
REAR ELEVATION
SCALE 1 80



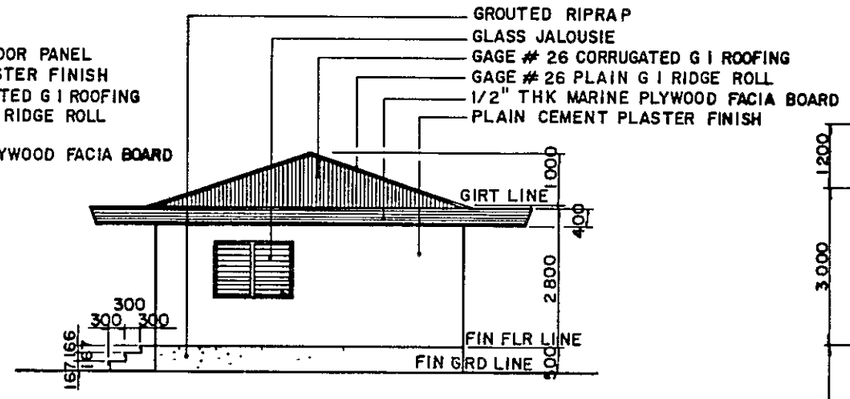
LEFT SIDE ELEVATION
SCALE 1 80



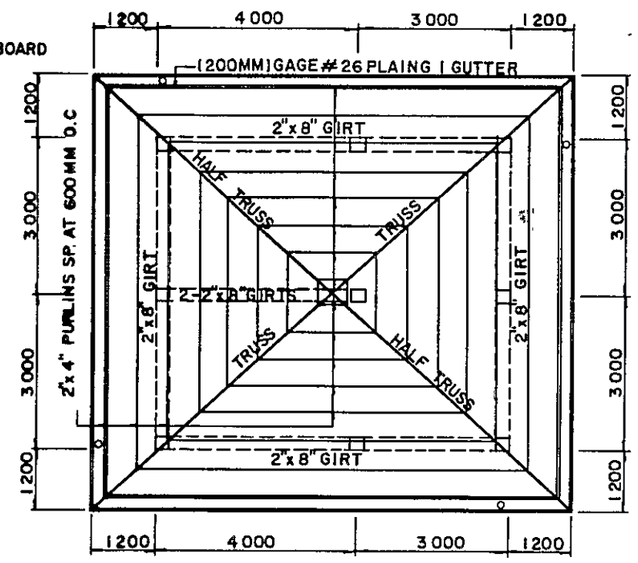
FLOOR PLAN
SCALE 1·80



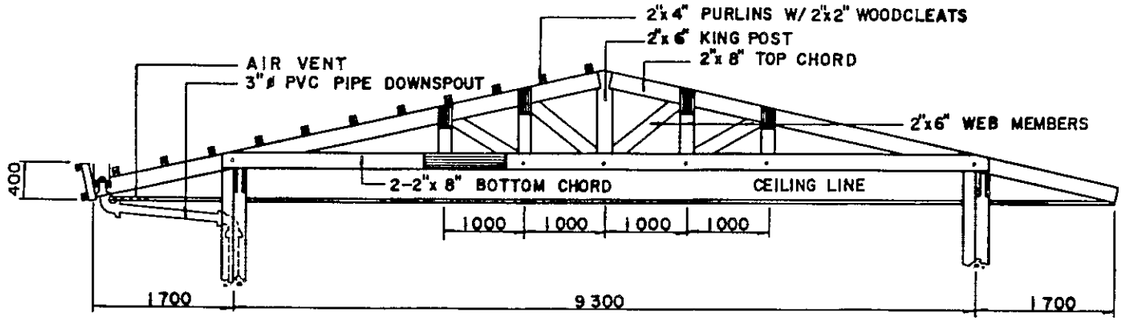
FRONT ELEVATION
SCALE 1·80



RIGHT SIDE ELEVATION
SCALE 1 80



ROOF FRAMING PLAN
SCALE 1 80



TRUSS DETAIL
SCALE 1 50

NOTES

ALL DIMENSIONS ARE GIVEN IN MILLIMETERS EXCEPT OTHERWISE SHOWN

0 0.5 1 2 3 4 5 M
SCALE 1 50

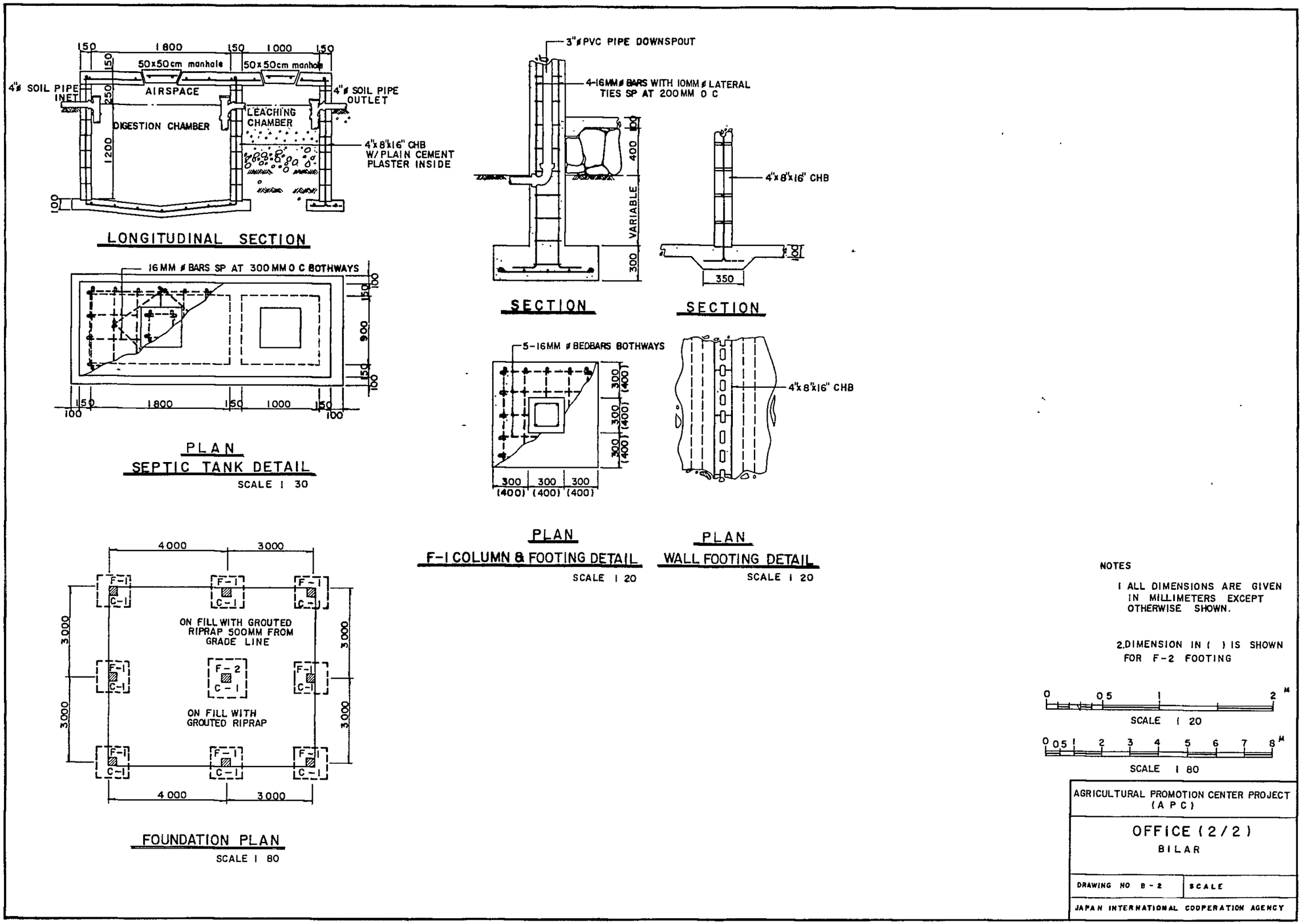
0 0.5 1 2 3 4 5 6 7 8 M
SCALE 1 : 80

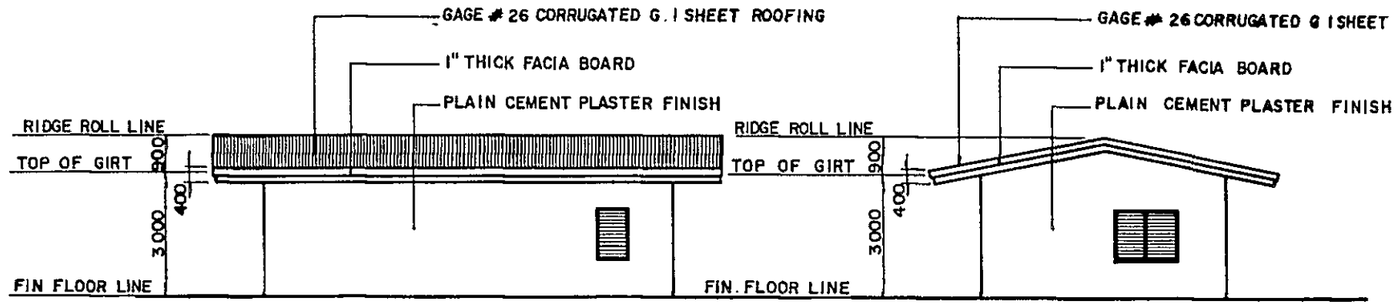
AGRICULTURAL PROMOTION CENTER PROJECT (A P C)

OFFICE (1 / 2)
BILAR

DRAWING NO. B - 1 | SCALE

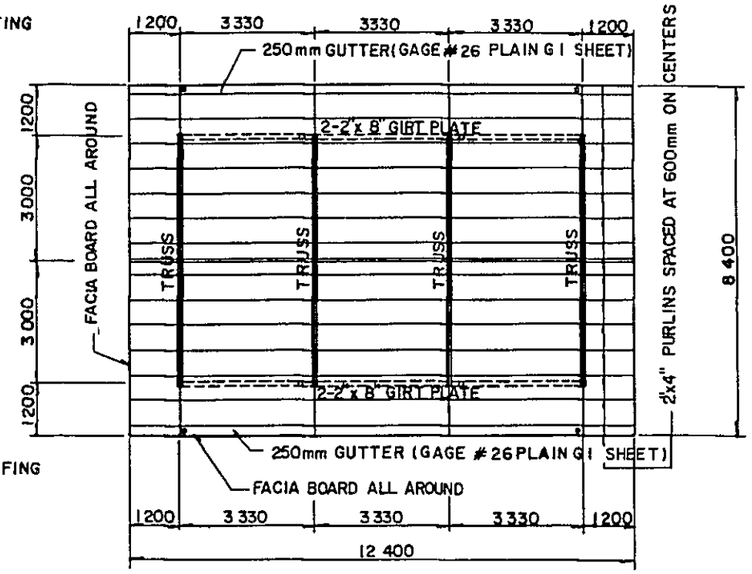
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY


150
1800
150
1000
150
50x50cm manhole
50x50cm manhole
4"ø SOIL PIPE INLET
AIRSPACE
4"ø SOIL PIPE OUTLET
DIGESTION CHAMBER
LEACHING CHAMBER
4"x8"x16" CHB W/ PLAIN CEMENT PLASTER INSIDE
1200
100
LONGITUDINAL SECTION
16 MM ø BARS SP AT 300 MM O C BOTHWAYS
100
150
900
150
100
150
1800
150
1000
150
100
100
PLAN
SEPTIC TANK DETAIL
SCALE 1 30
3"ø PVC PIPE DOWNSPOUT
4-16MM ø BARS WITH 10MM ø LATERAL TIES SP AT 200MM O C
100
400
VARIABLE
300
SECTION
4"x8"x16" CHB
100
350
SECTION
5-16MM ø BEDBARS BOTHWAYS
300 (400)
300 (400)
300 (400)
300 300 300
(400) (400) (400)
PLAN
F-1 COLUMN & FOOTING DETAIL
SCALE 1 20
4"x8"x16" CHB
PLAN
WALL FOOTING DETAIL
SCALE 1 20
4000
3000
F-1
C-1
ON FILL WITH GROUTED RIPRAP 500MM FROM GRADE LINE
F-2
C-1
ON FILL WITH GROUTED RIPRAP
3000
4000
3000
FOUNDATION PLAN
SCALE 1 80
NOTES
1 ALL DIMENSIONS ARE GIVEN IN MILLIMETERS EXCEPT OTHERWISE SHOWN.
2.DIMENSION IN ( ) IS SHOWN FOR F-2 FOOTING
0 0.5 1 2 M
SCALE 1 20
0 0.5 1 2 3 4 5 6 7 8 M
SCALE 1 80
AGRICULTURAL PROMOTION CENTER PROJECT (A P C)
OFFICE (2/2)
BILAR
DRAWING NO B-2
SCALE
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

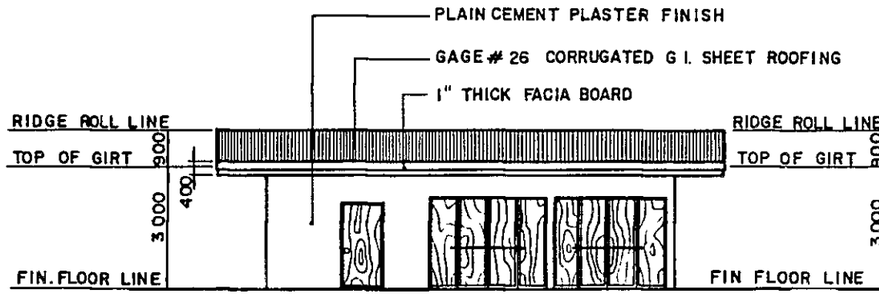


REAR ELEVATION
SCALE 1 100

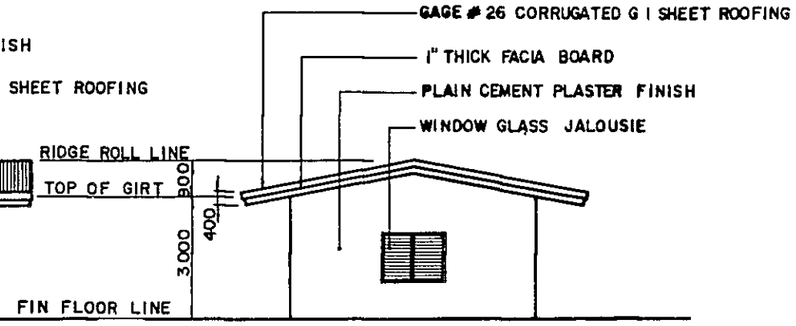
LEFT SIDE ELEVATION
SCALE 1. 100



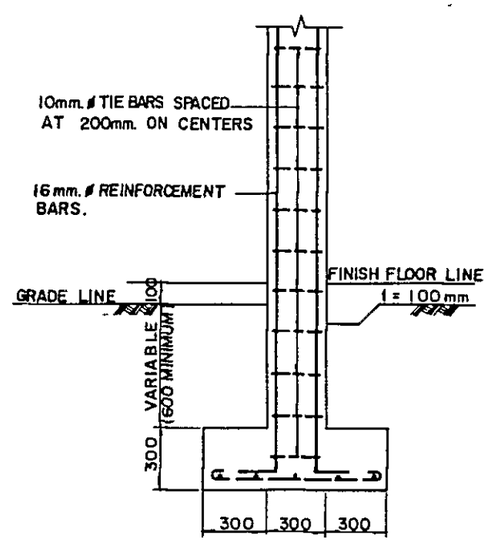
ROOF FRAMING PLAN
SCALE 1. 100



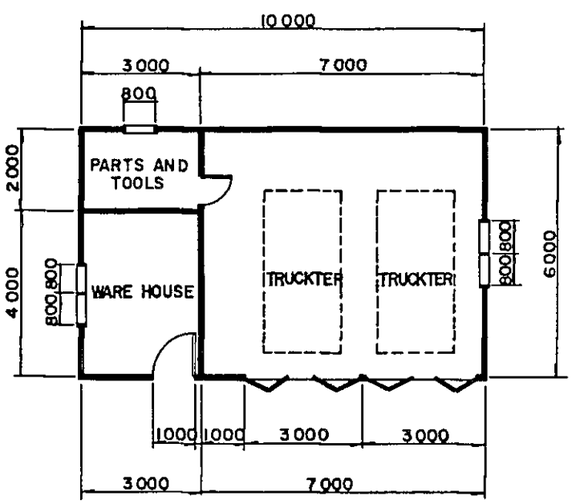
FRONT ELEVATION
SCALE 1 100



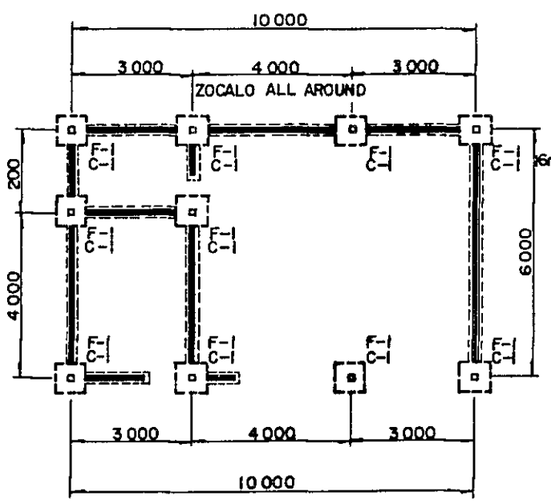
RIGHT SIDE ELEVATION
SCALE 1 : 100



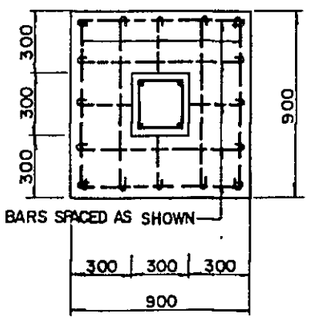
SECTION



FLOOR PLAN
SCALE 1:100



FOUNDATION PLAN
SCALE 1 100



PLAN

FOOTING DETAIL
SCALE 1 20

NOTES

1 ALL DIMENSIONS ARE GIVEN IN MILLIMETERS EXCEPT OTHERWISE SHOWN.

0 0.5 1 2M

SCALE 1/20

0 0.5 1 2 3 4 5 10M

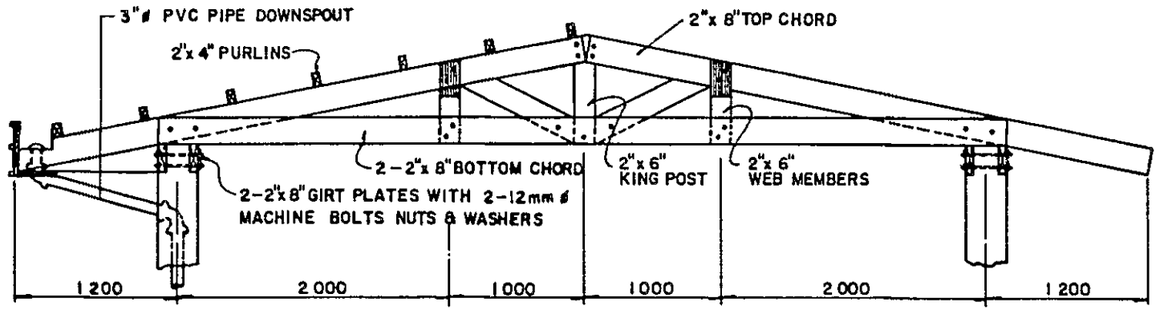
SCALE / 1/100

AGRICULTURAL PROMOTION CENTER PROJECT (A P C)

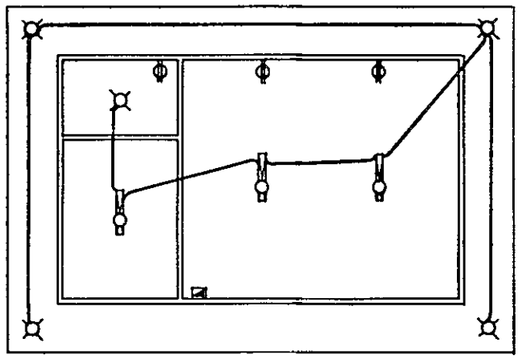
WAREHOUSE & GARAGE
BILAR

DRAWING NO. B - 3	SCALE

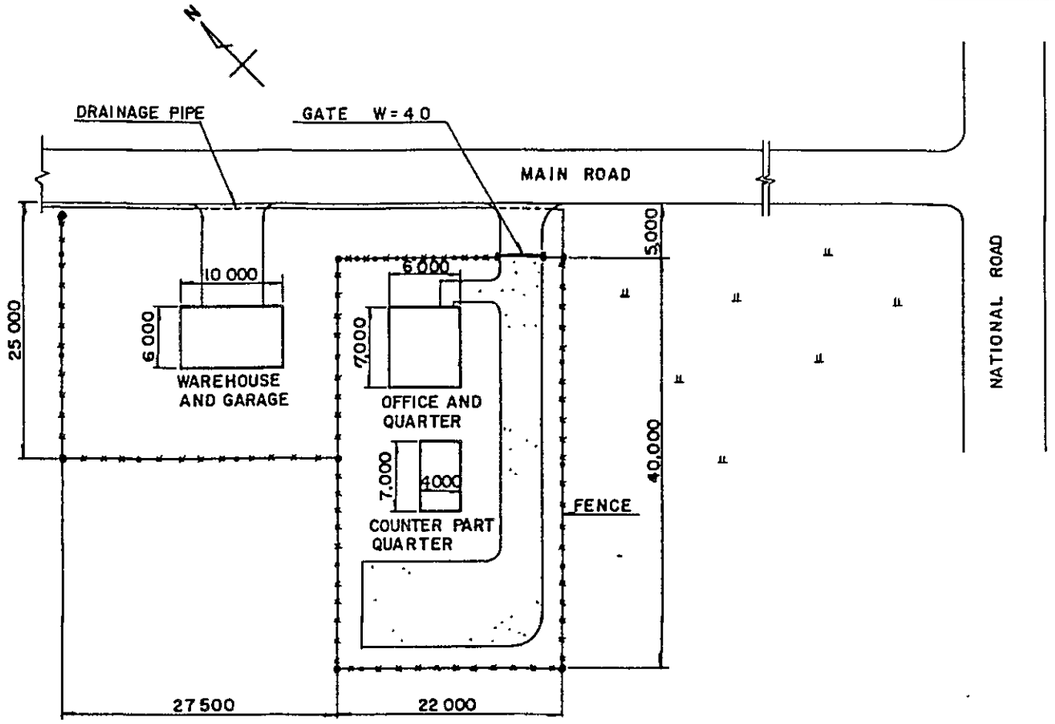
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



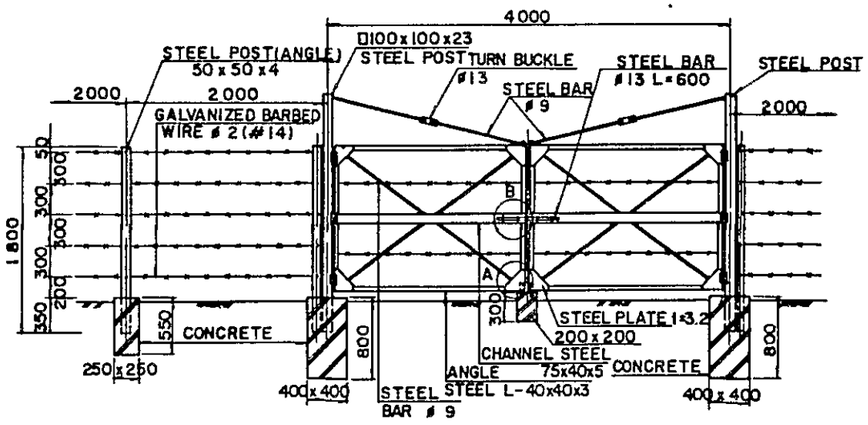
TRUSS DETAIL
SCALE 1 30



ELECTRICAL WIRING LAYOUT DIAGRAM
SCALE 1 100

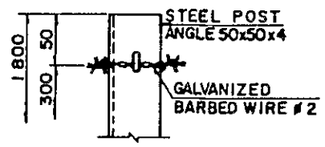


LOCATION MAP OF BUILDING SCALE 1 40

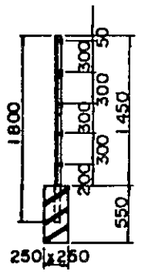


GATE AND FENCE SCALE 1 20

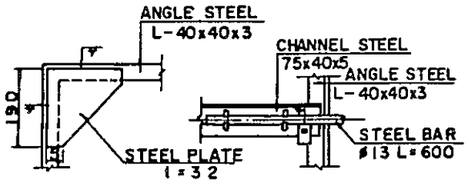
DETAIL OF CONNECTION
SCALE 1 2



DETAIL OF CONNECTION
SCALE 1 2



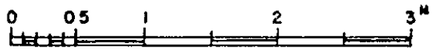
FENCE SCALE 1 20



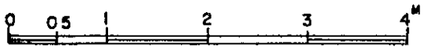
DETAIL-A SCALE 1 5 DETAIL-B SCALE 1 5

NOTES

1. THE CONNTER PART QUARTER IS PREFABRICATED HOUSE WHICH IS PROVIDED WITH A SHOWER ROOM, A COMFORT ROOM AND A BEDROOM
2. ALL DIMENSIONS ARE GIVEN IN MILLIMETERS EXCEPT OTHERWISE SHOWN.



SCALE 1 30



SCALE 1 40

AGRICULTURAL PROMOTION CENTER PROJECT (A P C)

ACCESSORY OF BUILDING
BILAR

DRAWING NO	SCALE
B - 4	

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

付属書－2（地下水調査）

1．調査概要

1-1 調査目的：ボホール農業開発センター予定地において、Ministry of Public Works and Highwayによって掘削された井戸の揚水試験を実施し、帯水層の定数を把握し、井戸の適正揚水量と影響圏の概略値を決定するとともに、その水質の調査を行うことが、今回の調査の主目的である。

1-2 調査期間：1982年5月7日から同年6月5日まで。

1-3 調査場所：フィリピン、ボホール州タグビララン市ダオ地内。

1-4 調査内容：1）揚水試験とその解析

2）水質試験

3）Bohol農科大農場の水利状況の概略調査

2．調査日程

5月 7日	東京ーマニラ
8日～9日	マニラ滞在
10日	マニラータグビララン（ボホール州）
11日～27日	タグビララン滞在
28日	タグビラランーマニラ
29日～6月4日	マニラ滞在
6月 5日	マニラー東京

3．地形および地質

ボホール島は、東西約77km、南北55kmの楕円形をしている。その面積は約4,100km² ではほぼ福井県の広さと同じであり、フィリピンでは10番目に大きい島である。また、1980年の人口は約80万人である。

ボホール州タグビララン市は同島南西端に位置し、同市周辺を含めた同島南西部一帯は、カルスト地形であり、この地形特有の極めて複雑な形を呈している。

当予定地は、図－1に示されるように同市の北約2kmの標高約40mの比較的平坦な台地の上に位

置し、その面積は約5haである。同地内の比高は3～4m程度で、比較的凹凸が少なく平坦な地形をなしている。

タグビララン市周辺の地質は、第三紀鮮新世から第四紀洪積世にかけての石灰岩（Maribojoc Limestoneと呼ばれる）と第三紀鮮新世中期から上期にかけての堆積岩類（Carmen Formationと呼ばれる）から構成されている。

Maribojoc石灰岩は、本質的に化石を含まない多孔質な石灰岩であり、その層理は貧弱かまたは全く層理をなしていない。一般に、この石灰岩は軟質、泥灰（岩）質で結っていない状態にある。

当地域の基盤岩であると思われるCarmen類層は、本来、頁岩、砂岩、板状かつ砕屑性の石灰岩、礫岩、シルト岩、泥岩および泥灰岩からなる。一般に、この類層は、低い傾斜をもち互いに指交し合い、かつ凝灰質な性質であるとみなされている。

4．調査結果

4-1　揚水試験結果

4-1-1　試験方法

M.P.W.H（Ministry of Public Works and Highway）によって掘削された井戸は、その口径6インチ（150mm）、ケーシングパイプ径5インチ（125mm）であった。5月10日現在では裸孔内にケーシングパイプを挿入したままの状態にあり、砂利の填充、グラウトは施工されていなかった。従って、井戸の完成のために若干の日数を要した。井戸の完成後、直ちに、試験用ポンプの挿入が開始されたが、クレーンの準備ができず、3トンのチェーンブロックによってその挿入が行われたために、3日以上の日数が費やされた。

5月19日に第1回目の孔内洗浄が5時間30分行われたが、水位回復が異常に遅く、洗浄時間の不足がその原因と考えられたため、5月21日午後8時36分から、24時間連続揚水を行った結果、揚水停止後の水位回復は順調になった。

そこで、5月24日には段階揚水試験を、5月26日には滞水水層試験の実施に移った。段階揚水試験は、4時間にわたって5段階で実施され、滞水層試験は5時間にわたって連続観測された。いずれの試験の場合も、揚水停止後、回復水位の測定が併せて行われた。

4-1-2　段階揚水試験結果

各段階揚水の水位降下量（sw）と経過時間（t）の関係が図-3のsw-t Curveに示されている。また、各段階における揚水量（Q）と水位降下量（sw）の関係は、図-4に描かれているが、この図-4をみると、限界揚水量は現われていない。この理由として、ポンプ能力が最大50GMP（0.19㎥/min、270㎥/day）であること、ポンプのボウル部分の外径が4.5インチもあるために、ケーシングパイプ（内径5インチ）とのすき間が0.5インチしかなく、水位計の挿入ができないために、水位降下量を3.50m程度（揚水量160m³ /day程度）に抑えざるを得なかったことによる。

帯水層ロスと井戸ロスは、図-5の解析図に示されている様に、水位降下量（sw）と揚水量（Q）の関係は次のようになる。

$$sw = 5.3Q + 203Q^2$$

仮に、Q = 160㎥/day（0.111㎥/min）ならば、上式から、

帯水層損失水頭：BQ ≒ 0.60m

井戸損失水頭　：CQ^2 ≒ 2.50m

水位降下量　　：sw ≒ 3.10m となる。

Q = 200㎥/day（0.139㎥/min）ならば、

BQ = 0.74m

CQ^2 = 3.92m

sw = 4.66m となる。

これらの揚水量のときの井戸効率と比湧水量は次の様である。

	160㎥/dayの場合	200㎥/dayの場合
井戸効率 BQ/sw	19%	16%
比湧水量 Sc = Q/sw	51㎥/day/m	43㎥/day/m

上記の計算結果を見ると、井戸損失水頭が高く、井戸効率が極めて悪いことが分る。これは、恐らく井戸のスクリーンの開孔率が小さいので、帯水層から流入しようとする地下水が、そこで大きな抵抗を受けるためであろうと判断する。なお、この井戸の開孔率は、挿入されたスクリーン長に対して約4%、地下水面から井戸底までの長さに対しては1.7%にすぎない。

比湧水量（Sc）は、一般に水位降下が大きくなるに従って減少する傾向を示す。この井戸でも、同様の傾向を示し、その変化は次の様である。なお、水位降下のうち井戸損失水頭の占める

割合が大きいのは前述のとおりであるから、井戸のスクリーンがもっと良質なものを使用してあれば、比湧水量はずっと大きな値を示すことになる。ここにもスクリーンの開孔率の悪さが影響しているといえる。

揚水段階	揚水量（Q）	水位降下（sw）	比湧水量（Sc=Q/sw）
1	102㎥/day	1.36m	75㎥/day/m
2	107	1.56	69
3	135	2.23	61
4	145	2.68	54
5	163	3.13	52

4-1-3　滞水層試験結果

滞水層試験結果は、図-6に示される様に、タイスの標準曲線法によって解析してある。滞水層常数として、透水量係数（T）と貯留係数（S）とがあるが、これらの値は、上記の解析の結果、次の様であった。

$$T = 4.84 \times 10^{-2}、\quad S = 2.40 \times 10^{-4}$$

一般に、不圧滞水層のSは0.01～0.35程度と言われているが、この井戸のSは、それと比べてかなり小さい。また、Tはこの地区の石灰岩としてはこの程度であろう。

4-1-2で述べたように、この井戸の井戸効率は20%と極めて悪いことと、揚水停止後の水位回復が短時間の間に急上昇する現象とを考え合わせると、上記のT、Sの値は、恐らく井戸のスクリーン部の抵抗を表わしたものと解釈される。

影響圏（R）は、水位降下量、揚水量、揚水時間、透水係数などに定性的には、比例することが知られているが、明瞭な関係は認められていない。ここでは、水位降下量0.001m以下ならば影響圏外であると考えて、タイスの井戸理論から、Rを求めてみると、上記T、Sを用い、揚水時間10時間、揚水量110l/minのときR≒1,500mとなる。

しかしながら、前述のようにこのT、Sは実際にはこの地区の滞水層の正しい常数ではないと考えられるし、特に、Sはもっと大きい値を取ることになるであろうから、Rは常識的に言われる500m～1,000m程度となるであろうと推定する。

4-1-4　潮汐による影響

この井戸の孔内水位は、揚水試験実施前に10日間連続で朝夕2回観測されたが、水位の変動は全くなく、一定していた。これは潮汐の変動や付近の井戸の揚水などの影響を受けていないものと考えてよいであろう。なお、この井戸の水位は、GL.-39.45mと記録されている。

4-2　水質調査結果

4-2-1　水質分析試験

農業用水としての水質分析試験は、セブ市にある農業省土壌局において行われ、その分析結果は5月12日に、タグビララン市地方開発部（Provincial Development Staff）を通じて入手した。この結果をみると、特別に異常な値はみあたらなく、農業用水として十分利用可能な地下水であると判断される。分析結果表は、表-2に示してある。

飲料水としての水質分析は、揚水試験実施中に地下水を採取し、プラスチック容器に入れ同局へ送ってある。採取中の観察では、この地下水は無色透明、無味無臭と感じられ、飲料水として大きな問題になる点はないであろうと判断している。しかしながら、分析試験結果を待って、詳しく検討されなければならない。

4-2-2　伝導度検査結果

電気伝導度計によると水質検査は、表-1に示すように、井戸によっては伝導度に変化がみられる。特に、市水道源のポンプ場No.2、3および4は、1,000～2,000μ℧/cmと他のポンプ場の水と比較して約2～4倍の高い値を指している。No.5、6、7の井戸水は、本井戸とほぼ同じ値であった。ロボク川の水質についても伝導度計によって調査された。その結果、水質（伝導度）に基づいて判断すれば、ロボク川の水質は水力発電所付近を中心にして、上流、下流に分割される。同発電所の上流を流れる水は、400μ℧/cm位の伝導度を示すが、下流側は極端に大きい値（50,000μ℧/cm）を示し、海水の侵入が著しいと判断される状態にある。なお、タグビララン市から同発電所までは、約30kmの距離である。

4-3　ボホール農科大農場の水利状況

ボホール農科大農場内にAPCの実験ほ場を借り上げる予定があるために、同農場の水利状況について概略調査した結果をここに述べる。ボホール農科大は、タグビララン市北東約40kmのところに位置するビラール市にある。同町は、石灰岩から成る丘陵に周囲をとり囲まれた盆地に発展した農業色の濃い田園都市である。

周囲の丘陵地から流れ込む小河川によって、同町の農業用水は比較的豊かである。特に、農科大農場の中央部を流れる水路は、約30,000㎥/day程度の水量であり、水質も275μU/cmと良い。水路は土水路で、ライニング等も施されず、この地区の低部を蛇行しながら、東から西へと流れている。

農科大校舎の南側に、約6ha程の広さをもつ同大学の農場は、上述水路によって南北に二分され、各水の部分も水田となっている。この農場は、東に道路、南および西側は丘陵地によって囲まれた形となっている。

5．結び

5-1　井戸の新設について

4-1に述べたように、この井戸のスクリーンの不良から、今回の揚水試験結果はこの地区の帯水層の特質を正しく表わしていないようである。また、限界揚水量も、ポンプ能力の不足から観測されていない。これらの理由から、性能のよいスクリーンを使った井戸の新設が望まれる。新設に当たって必要な井戸の施工仕様書は、昭和56年度に提出した概略設計調査報告書に掲げてあるのでこれを参照願いたい。なお、工事費は公共事業省（ボホール）の見積りによれば次のようである。

材料費	44,000 ペソ（スクリーン代含まず）	
人件費	12,000	
運搬費	1,000	
機械損料	14,000	
雑費	4,000	
諸経費	4,000	
揚水試験	5,000	
小計	84,000 ペソ	2,520,000円
ジョンソンスクリーン（10m）	日本の市価	300,000
合計		2,820,000

なお、施工中の技術指導は必要としないが、掘削完了後に行う電気検層、ケーシング計画、揚水試験などについては、地下水専門家の派遣が必要である。加えて、同意されるポンプは全揚程60m、揚水量500l/min、口径4インチの能力のものが必要である。

5-2 揚水可能量

今回の揚水試験結果からは定量的な数値は決定できないが、一応の目安として150㎥/day～200㎥/day程度は見込んでよいと考える。なお、水田の減水深を10mm/dayとすれば、1haの水田の用水量は100㎥/dayとなり、200㎥/dayの揚水量のとき、2haの水田かんがいが可能となる。

5-3 ボホール農開センターの井戸の影響圏について

4-1-3に解析してあるセンター予定地の地下水帯水層定数は、設置された井戸スクリーンの開孔率が小さいために、正しいものではない。しかしながら、この定数を使用して、70㎥/8hrsの揚水時の影響圏半径（R）を下記の式で算出を試みると、Rは、500mとかなり大きい値を示した。

$$R = \sqrt{\frac{4Ttu}{S}}$$

$$W(u) = \frac{T \cdot S}{0.0796 \times Q}$$

ここで、

$Q = 70㎥/8hrs = 0.146㎥/min$

$T = 4.84 \times 10^{-2}$ (m^2 /min)　　揚水試験結果

$S = 2.40 \times 10^{-4}$

u：W(u)の値を井戸関係表から読みとる

t=8hrs=480min

s=0.1(m)

従って、$W(u) = 0.416$、$\therefore u = 6.4 \times 10^{-1}$ のとき

$$R = \sqrt{\frac{4 \times 4.84 \times 10^{-2} \times 480 \times 6.4 \times 10^{-1}}{2.4 \times 10^{-4}}} = \sqrt{247,808} \fallingdotseq 500 \ (m)$$

なお、5-1にも述べてあるが、今後実施すべき事項としては、下記のようなものがある。

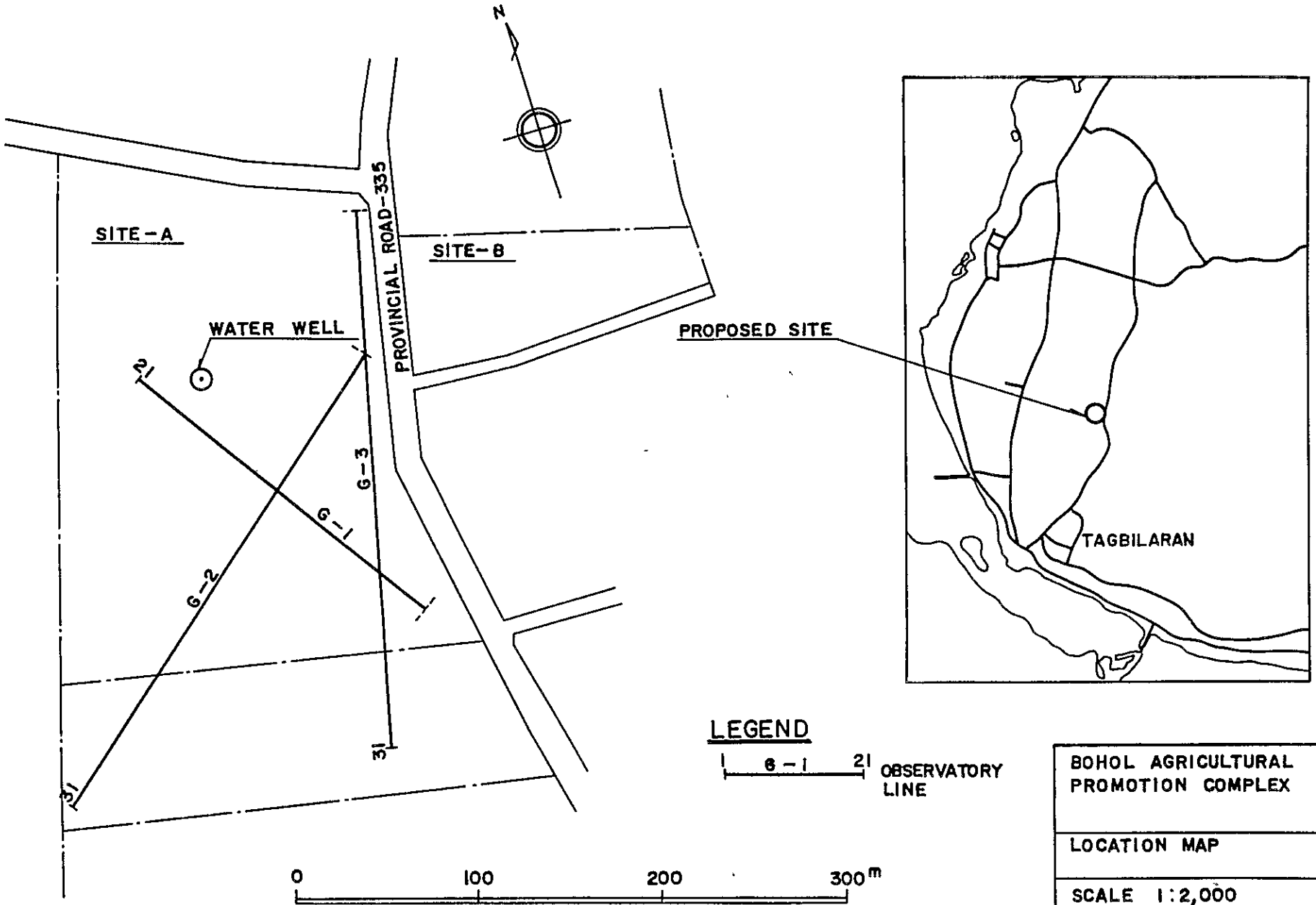
1．新しい井戸（効率のよいスクリーンを使った）の掘削

2．電気検層の実施（滞水層厚の決定）

3．滞水層試験（段階揚水試験と揚水試験）の実施およびその結果の解析

4．上記解析結果から、影響圏半径の検討

5．地下水専門家の派遣



BOHOL AGRICULTURAL PROMOTION COMPLEX

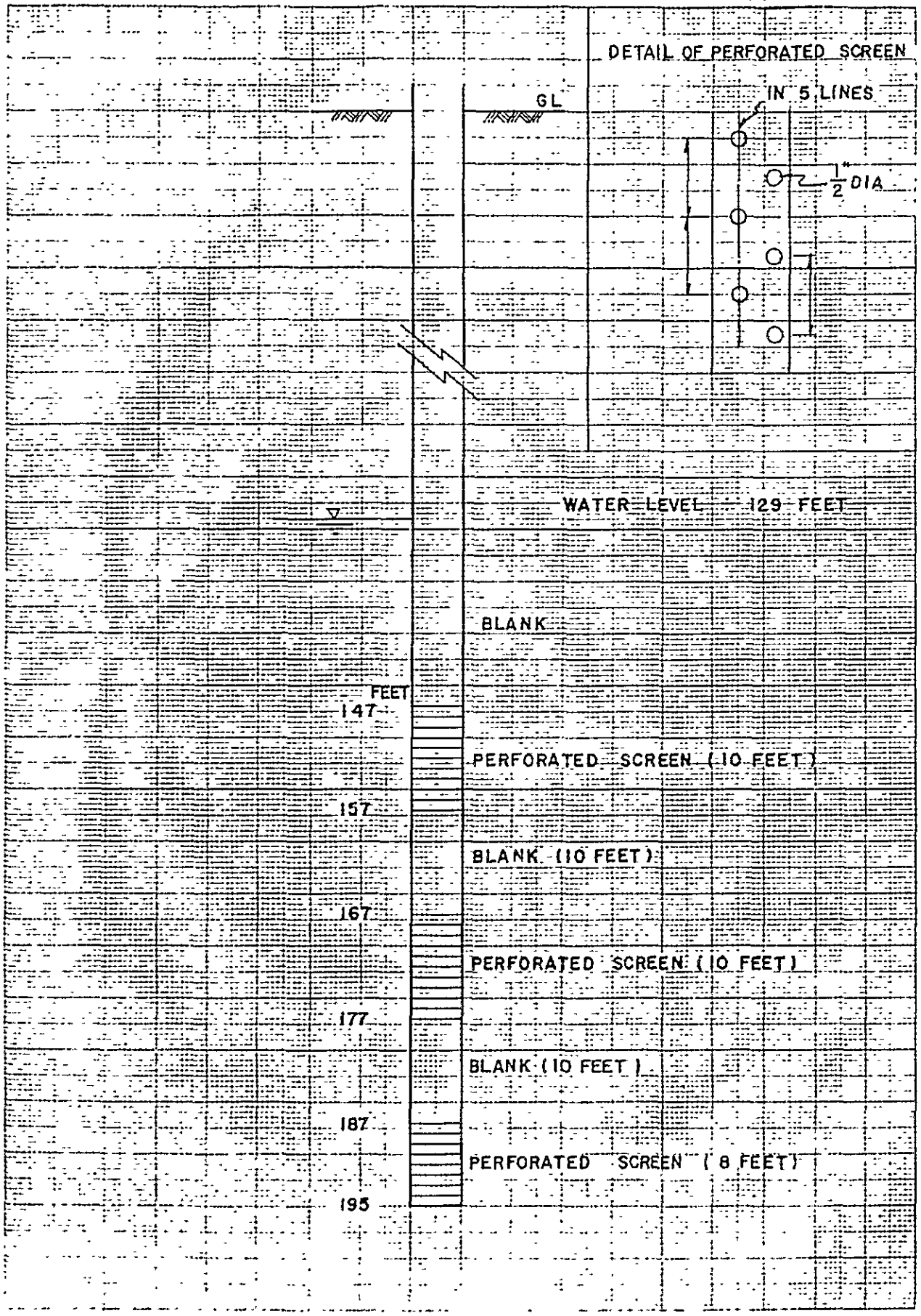
LOCATION MAP

SCALE 1:2,000

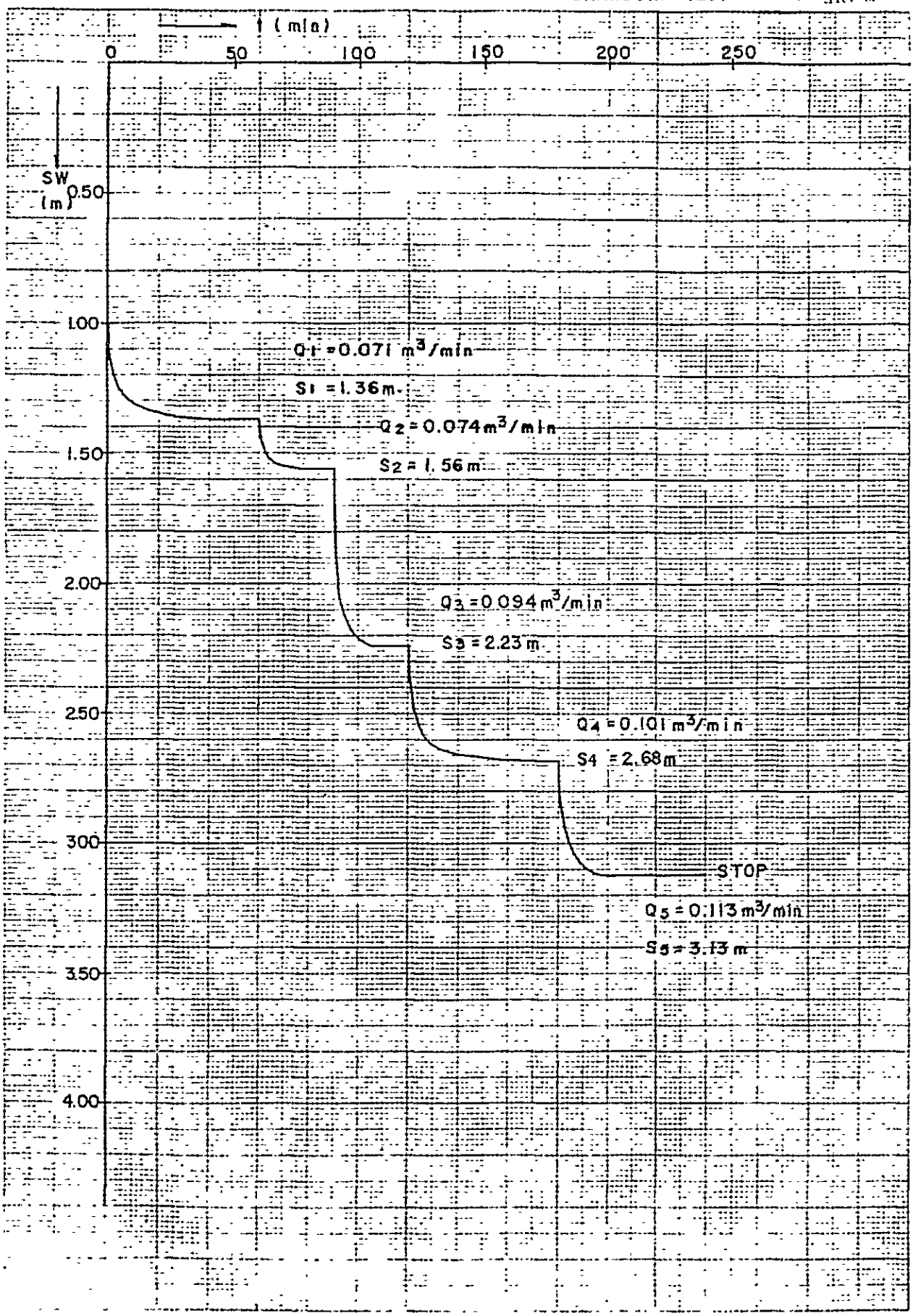
FIG-1

WELL STRUCTURE

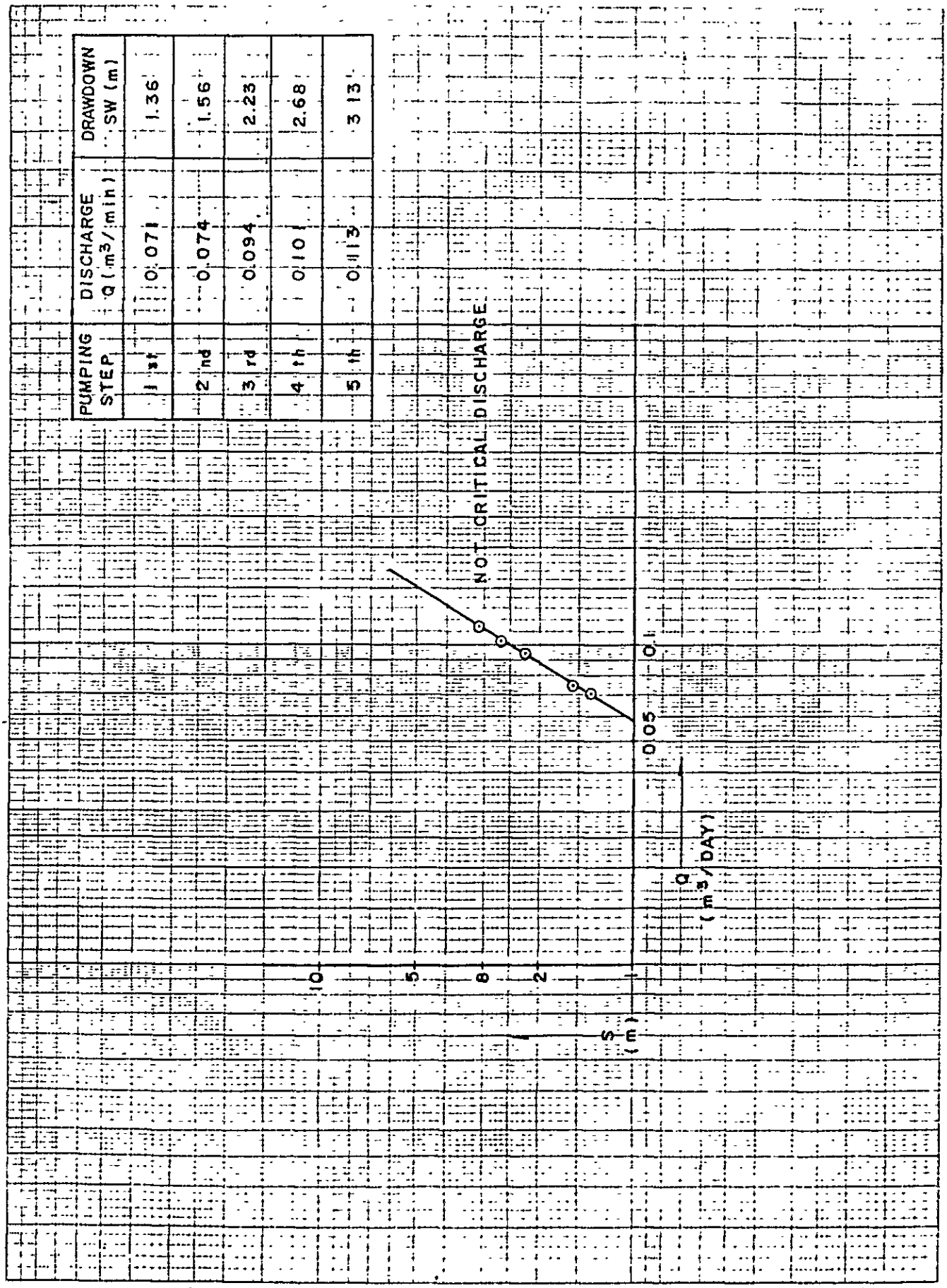
FIG-2



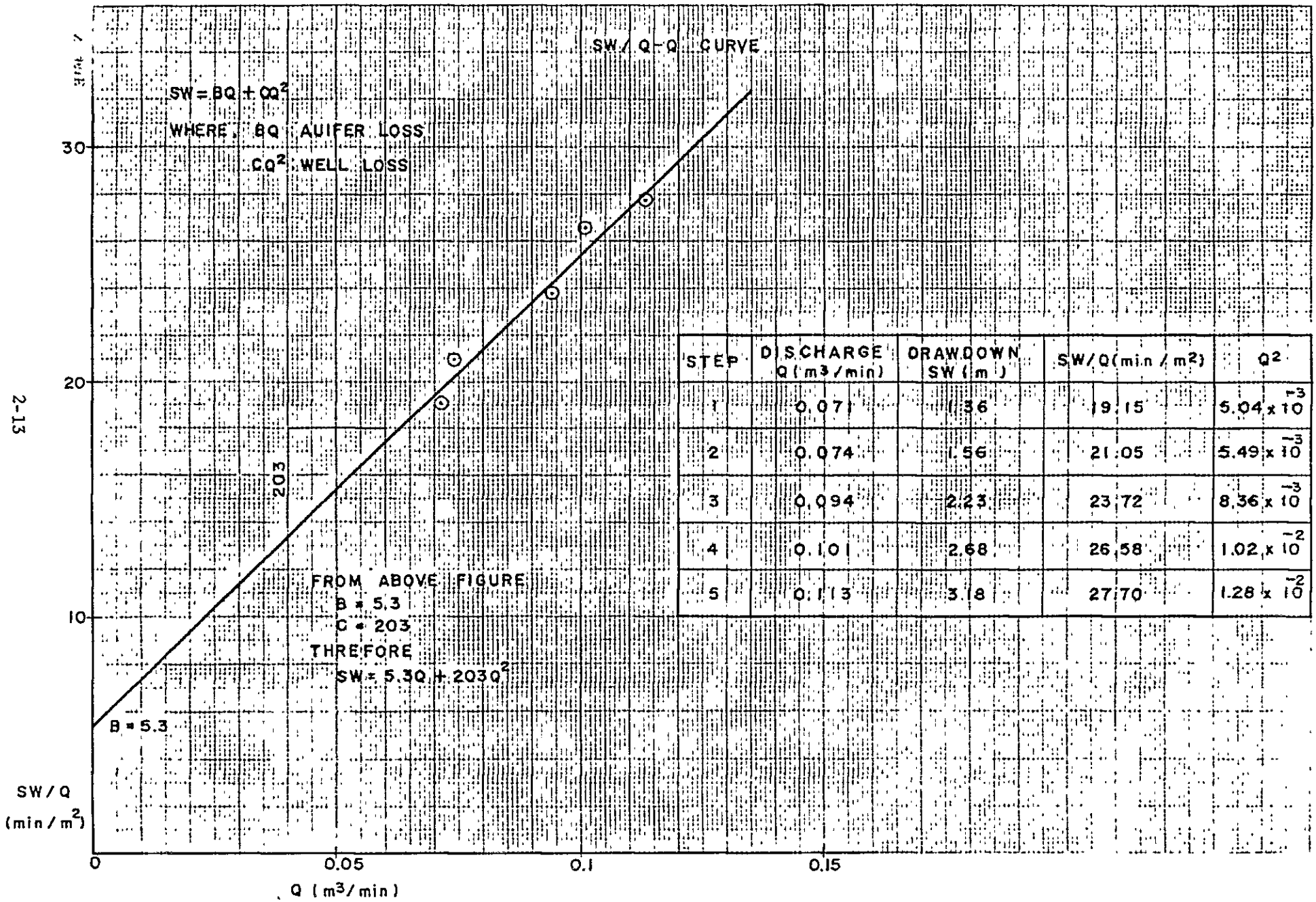
SW – t CURVE ON STEP DRAWDOWN TEST FIG.3



Q — SW CURVE ON STEP DRAWDOWN TEST FIG — 4



PUMPING STEP	DISCHARGE Q (m³/min)	DRAWDOWN SW (m)
1 st	0.071	1.36
2 nd	0.074	1.56
3 rd	0.094	2.23
4 th	0.10	2.68
5 th	0.113	3.13



STEP	DISCHARGE Q (m³/min)	DRAWDOWN SW (m)	SW/Q (min/m²)	Q²
1	0.071	1.36	19.15	5.04×10^{-3}
2	0.074	1.56	21.05	5.49×10^{-3}
3	0.094	2.23	23.72	8.36×10^{-3}
4	0.101	2.68	26.58	1.02×10^{-2}
5	0.113	3.18	27.70	1.28×10^{-2}

FIG-5

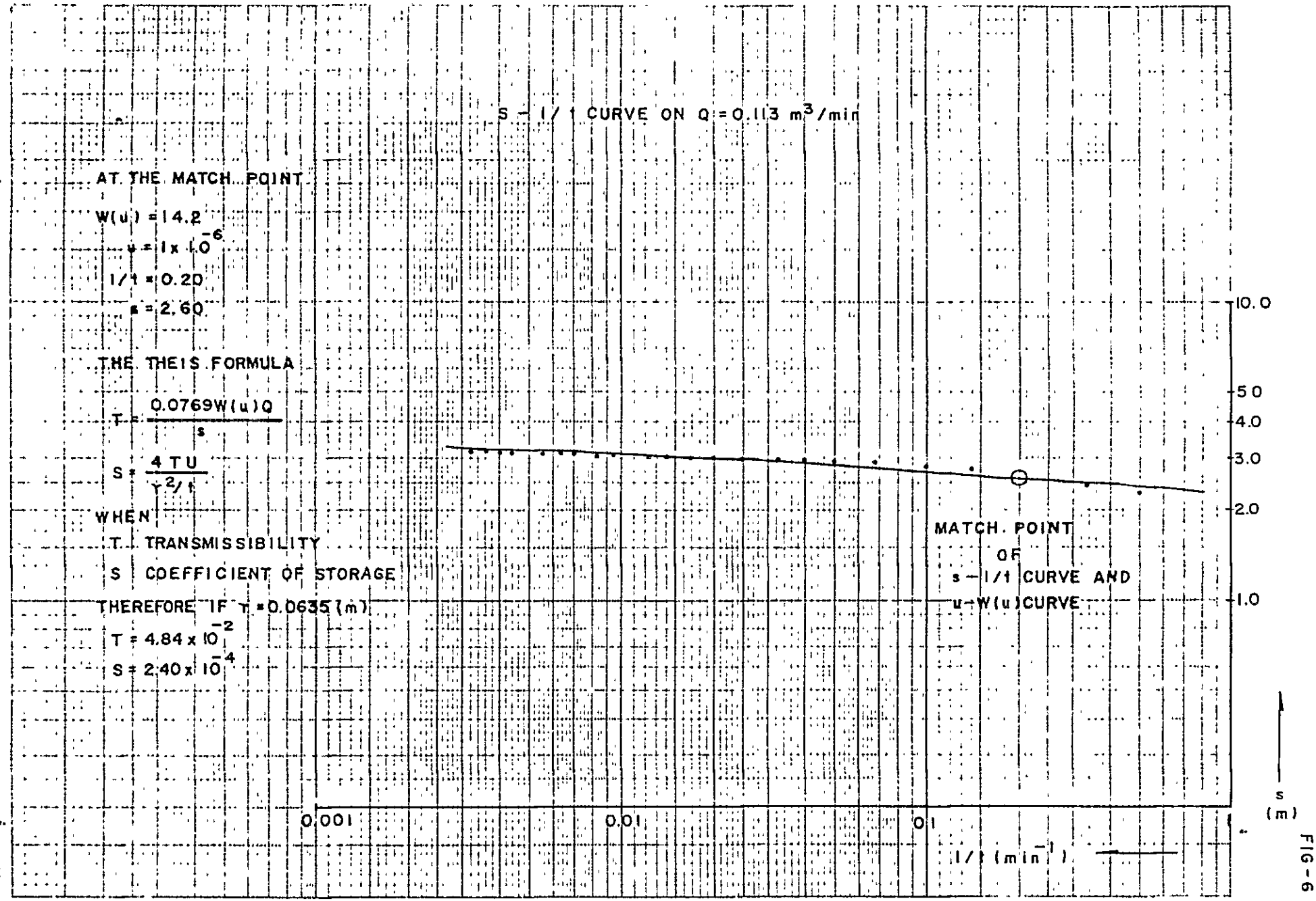

S - 1/t CURVE ON Q = 0.113 m³/min
AT THE MATCH POINT
W(u) = 14.2
u = 1 x 10⁻⁶
1/t = 0.20
s = 2.60
THE THEIS FORMULA
T = 0.0769W(u)Q / s
S = 4TU / r²/t
WHEN
T TRANSMISSIBILITY
S COEFFICIENT OF STORAGE
THEREFORE IF r = 0.0635 (m)
T = 4.84 x 10⁻²
S = 2.40 x 10⁻⁴
MATCH POINT OF s - 1/t CURVE AND u - W(u) CURVE
10.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
s (m)
0.001
0.01
0.1
1/t (min⁻¹)

FIG-6

Table-1. Conductivity of Water Wells

Location	Temperature (C°)	Conductivity (/cm)	Note
APC - 1	28.0	650	A.P.C. Project area
W - 1	-	-	Abandoned
2	27.8	2,130	
3	28.2	1,670	
4	27.8	1,010	
5	29.0	640	
6	-	-	Abandoned
7	28.0	625	
8	-	-	Not operated
9	28.2	635	
10	-	-	Engine trouble
11	-	-	Under construction
Power Station	27.5	415	Loboc river
Loboc Town	27.2	50,000	Loboc river
Bilar Town	28.4	275	Canal

Table 1 [illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Table-2. Water Analysis Data

Republic of the Philippines
Ministry of Agriculture
Bureau of Soils
Cebu City

Date submitted
3/12/82
Date finished
4/28/82

Mauro de la Cruz
MOA - Soils Div., Bohol

Lab. No.	855
Field No./Source	
Determinations	
pH	7.4
E.C. mmhos/cm	0.261×10^3
Total Soluble Salts	
Na ppm	4.4
K ppm	0.7
Ca ppm	18.88
Mg ppm	1.26
Sum of Cations	0.73
Boron ppm	T
CO_3 ppm	86.65
HCO_3 ppm	212.46
SO_4 ppm	T
Cl ppm	6.20
Sum of Anions	
Exch. of Na %	0.21
SAR	6.11
Res. Na_2CO_3	

Analyzed by:

Sr. Soil Technologist

Submitted by :

Supv. Soil Technologist

JICA