

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO
Y ENERGETICO DE PIZARRO

TOMO II

1989

REPUBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

ELECTRIFICADORA DEL CHOCO S. A.



ESTUDIO
SOCIO - ECONOMICO
Y ENERGETICO DE
PIZARRO

TOMO II

GUILLERMO SALAMANCA C.

DICIEMBRE 1.989

BOGOTA D. E.

REPUBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

ELECTRIFICADORA DEL CHOCO S. A.



ESTUDIO
SOCIO - ECONOMICO
Y ENERGETICO DE
PIZARRO

TOMO II

GUILLERMO SALAMANCA C.

DICIEMBRE 1.989

BOGOTA D. E.

INDICE DE FIGURAS
INDICE DE FOTOGRAFIAS
INDICE DE TABLAS
GLOSARIO DE ENTIDADES
NOMENCLATURA

PRESENTACION

T O M O I

1. INTRODUCCION 1.1
2. PARTICULARIDADES DEL MEDIO NATURAL DE LA MICRO REGION 2.1
2.1 Localización, zona física y división política-administrativa 2.1
2.2 Orografía 2.4

2.3 Geomorfoestructura 2.8
2.4 Climatología 2.9
2.4.1 Temperatura 2.10
2.4.2 Humedad 2.10
2.4.3 Pluviosidad 2.11
2.4.4 Brillo Solar 2.12
2.4.5 Vientos 2.13
2.4.6 Evaporación 2.13
2.5 Suelos y formaciones vegetales 2.14
2.5.1 Bosques de manglar 2.15
2.5.2 Guandal 2.16
2.5.3 Hylaea del Pacífico en mosaico con bosques inundables 2.16
2.5.4 Selva natal 2.17
2.5.5 Vegetación cenagosa 2.18
3. PARTICULARIDADES SOCIO-ECONOMICAS 3.1
3.1 Población 3.1
3.1.1 Distribución espacial 3.1
3.1.2 Variación poblacional y demográfica 3.3
3.1.3 Densidad y desagregación por sexos y edades 3.7
3.1.4 Estructura de la población 3.15
3.1.5 Aspectos étnicos y sociales 3.16
3.1.6 Aspectos lingüísticos 3.19
3.2 Vivienda 3.21
3.3 Salubridad 3.28
3.3.1 Salud 3.28
3.3.2 Acueducto 3.30
3.3.3 Alimentación 3.35
3.3.4 Alcantarillado 3.38
3.4 Educación 3.39

2.1	.....	2.1
2.2	.....	2.2
2.3	.....	2.3
2.4	.....	2.4
2.5	.....	2.5
2.6	.....	2.6
2.7	.....	2.7
2.8	.....	2.8
2.9	.....	2.9
2.10	.....	2.10
2.11	.....	2.11
2.12	.....	2.12
2.13	.....	2.13
2.14	.....	2.14
2.15	.....	2.15
2.16	.....	2.16
2.17	.....	2.17
2.18	.....	2.18
2.19	.....	2.19
2.20	.....	2.20
2.21	.....	2.21
2.22	.....	2.22
2.23	.....	2.23
2.24	.....	2.24
2.25	.....	2.25
2.26	.....	2.26
2.27	.....	2.27
2.28	.....	2.28
2.29	.....	2.29
2.30	.....	2.30
2.31	.....	2.31
2.32	.....	2.32
2.33	.....	2.33
2.34	.....	2.34
2.35	.....	2.35
2.36	.....	2.36
2.37	.....	2.37
2.38	.....	2.38
2.39	.....	2.39
2.40	.....	2.40
2.41	.....	2.41
2.42	.....	2.42
2.43	.....	2.43
2.44	.....	2.44
2.45	.....	2.45
2.46	.....	2.46
2.47	.....	2.47
2.48	.....	2.48
2.49	.....	2.49
2.50	.....	2.50
2.51	.....	2.51
2.52	.....	2.52
2.53	.....	2.53
2.54	.....	2.54
2.55	.....	2.55
2.56	.....	2.56
2.57	.....	2.57
2.58	.....	2.58
2.59	.....	2.59
2.60	.....	2.60
2.61	.....	2.61
2.62	.....	2.62
2.63	.....	2.63
2.64	.....	2.64
2.65	.....	2.65
2.66	.....	2.66
2.67	.....	2.67
2.68	.....	2.68
2.69	.....	2.69
2.70	.....	2.70
2.71	.....	2.71
2.72	.....	2.72
2.73	.....	2.73
2.74	.....	2.74
2.75	.....	2.75
2.76	.....	2.76
2.77	.....	2.77
2.78	.....	2.78
2.79	.....	2.79
2.80	.....	2.80
2.81	.....	2.81
2.82	.....	2.82
2.83	.....	2.83
2.84	.....	2.84
2.85	.....	2.85
2.86	.....	2.86
2.87	.....	2.87
2.88	.....	2.88
2.89	.....	2.89
2.90	.....	2.90
2.91	.....	2.91
2.92	.....	2.92
2.93	.....	2.93
2.94	.....	2.94
2.95	.....	2.95
2.96	.....	2.96
2.97	.....	2.97
2.98	.....	2.98
2.99	.....	2.99
3.00	.....	3.00

3.5	Actividad económica	3.42
3.5.1	Producción agrícola	3.44
3.5.2	Producción pecuaria	3.50
3.5.3	Producción pesquera	3.52
3.5.4	Cacería	3.54
3.5.5	Producción forestal y minera	3.54
3.5.6	Producción artesanal y de pequeña industria	3.55
3.5.7	Presupuesto de Rentas y Gastos del Municipio	3.56
4.	INFRAESTRUCTURA FISICA	4. 1
4.1	Telecomunicaciones	4. 1
4.2	Vías de acceso	4. 2
	Vía No. 1 Fluvial por el río Baudó	4. 2
	Vía No. 2 Marítima Buenaventura Pizarro	4. 3
	Vía No. 3 Marítima Pizarro hacia el norte	4. 4
	Vía No. 4 Por los esteros, al sur de Pizarro	4.14
	Vía No. 5 Camino vecinal Istmina - Pie de	4. 5
	Pepé - Puerto Meluk	4. 5
	Vía No. 6 Vía Aérea desde Pizarro	4. 5
5.	PERSPECTIVAS DE DESARROLLO ECONOMICO DE LA MICRO REGION	5. 1
	Generalidades	5. 1
5.1	Sector de estudios generales	5. 5
5.2	Sector de vías de transporte	5. 7
5.3	Sector de energía	5.10
5.4	Sector de telecomunicaciones	5.11
5.5	Sector forestal	5.11

3.42	Actividad económica	3.42
3.44	3.2.1 Producción agrícola	3.44
3.50	3.2.2 Producción pecuaria	3.50
3.52	3.2.3 Producción pesquera	3.52
3.54	3.2.4 Cacería	3.54
3.56	3.2.5 Producción forestal y minera	3.56
	3.2.6 Producción artesanal y de paja	
3.58	Industria	3.58
	3.2.7 Presupuesto de Rentas y Gastos del Municipio	

4.1	INFRAESTRUCTURA FÍSICA	4.1
4.1	4.1 Telecomunicaciones	4.1
4.2	4.2 Vías de acceso	4.2
4.3	Vía No. 1 Fluvial por el río Baudó	4.3
4.3	Vía No. 2 Marítima Buenaventura Pizarro	4.3
4.4	Vía No. 3 Marítima Pizarro hacia el norte	4.4
4.4	Vía No. 4 Por los esteros, al sur de Pizarro	4.4
4.5	Vía No. 5 Camino Vecinal Istmina - Pira de Rapé - Puerto Meluk	4.5
4.5	Vía No. 6 Vía Aérea desde Pizarro	4.5

5.1	PERSPECTIVAS DE DESARROLLO ECONOMICO DE LA MICRO REGION	5.1
5.1	5.1 Generalidades	5.1
5.2	5.2 Sector de estudios generales	5.2
5.7	5.3 Sector de vías de transporte	5.7
5.10	5.4 Sector de energía	5.10
5.11	5.5 Sector de telecomunicaciones	5.11
5.11	5.6 Sector forestal	5.11

5.6	Sector de salud	5.12
5.7	Sector pesquero	5.12
5.8	Sector de la educación	5.12
5.9	Sector de administración municipal	5.13
5.10	Sector agropecuario	5.14
5.11	Sector varios pendientes de ejecución	5.14

T O M O 2

6.	OFERTA ENERGETICA Y PLANIFICACION DEL DESARROLLO ENERGETICO	6.1
6.1	6.1 Recursos hidroenergéticos	6.1
6.2	6.2 Combustibles y otras fuentes energéticas	6.23
6.3	6.3 Biomasa	6.28
	6.3.1 Aspectos generales	6.28
	6.3.1.1 Gasificación térmica de la	6.29
	6.3.1.2 Parte técnica	6.10
	6.3.1.2.1 Leña	6.28
	6.3.1.2.2 Parte técnica	6.12
	6.3.2 Leña	6.28
	6.3.3 Desechos agropecuarios	6.28
	6.3.4 Ganadería	6.31
6.4	6.4 Energía eólica	6.32
6.5	6.5 Energía solar	6.38

7.	DEMANDA ENERGETICA	7.1
7.1	7.1 Estimación de la demanda de energía eléctrica	7.1
	7.1.1 Generalidades del análisis	7.1
	7.1.2 Primera metodología	7.4
	7.1.3 Segunda metodología	7.13

2.12	.....	2.6	.....
2.13	.....	2.7	.....
2.13	.....	2.8	.....
2.13	.....	2.9	.....
2.14	.....	2.10	.....
2.14	.....	2.11	.....

T O M O 2

6.1	ENERGIA ENERGETICA Y PLANIFICACION DEL DESARROLLO ENERGETICO	6.1	Recursos hidroenergeticos
6.1	.....	6.2	Computables y otras fuentes energeticas
6.2	.....	6.3	Biomasa
6.3	.....	6.3.1	Aspectos generales
6.3	.....	6.3.1.1	Clasificación térmica de la madera
6.10	.....	6.3.1.2	Parte técnica
6.12	.....	6.3.2	Leña
6.28	.....	6.3.3	Desechos agropecuarios
6.28	.....	6.3.4	Ganadería
6.31	.....	6.4	Energía eólica
6.32	.....	6.5	Energía solar
6.38	.....	

7.1	DEMANDA ENERGETICA	7.1	Estimación de la demanda de energía eléctrica
7.1	.....	7.1.1	Generalidades del análisis
7.4	.....	7.1.2	Primera metodología
7.12	.....	7.1.3	Segunda metodología

7.1.4	Selección del número de unidades	7.23
7.2	Estimación de la demanda de otros energéticos	7.26

8.	DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO ENERGETICO ADOPTADO	8.1
	Generalidades	8.1
8.1	Condiciones locales	8.7
	8.1.1 Localización	8.7
	8.1.2 Topografía	8.9
	8.1.3 Hidrología y sedimentos	8.9
	8.1.4 Geología	8.14
	8.1.5 Ecología	8.14
8.2	Presa-rebosadero y diques	8.15
8.3	Bocatoma y tubería de carga	8.24
8.4	Selección del equipo electro-mecánico	8.27
	8.4.1 Turbina	8.27
	8.4.2 Generador	8.30
8.5	Caseta de máquinas	8.30
8.6	Línea de transmisión	8.31
8.7	Materiales de construcción	8.31
8.8	Estimativo de costos	8.31
8.9	Costos índices	8.34
	8.9.1 Índice de instalación	8.34
	8.9.2 Índice de generación	8.35
8.10	Cuadro de características	8.37

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

7.23	7.1.4 Selección del número de unidades
7.26	7.2 Estimación de la demanda de otros energéticos

8.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO ENERGÉTICO ADOPTADO

8.1	Generalidades
8.7	8.1.1 Condiciones locales
8.7	8.1.1.1 Localización
8.9	8.1.2 Topografía
8.9	8.1.3 Hidrología y sedimentos
8.14	8.1.4 Geología
8.14	8.1.5 Ecología
8.15	8.2 Presa-reservorio y diques
8.24	8.3 Bocatoma y tubería de carga
8.27	8.4 Selección del equipo electro-mecánico
8.27	8.4.1 Turbina
8.30	8.4.2 Generador
8.30	8.5 Caseta de máquinas
8.31	8.6 Línea de transmisión
8.31	8.7 Materiales de construcción
8.31	8.8 Estimativo de costos
8.34	8.9 Costos índices
8.34	8.9.1 Índice de instalación
8.35	8.9.2 Índice de generación
8.37	8.10 Cuadro de características

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

- Cartera de Tránsito
- Cartera de Nivel
- Cartera de Topografía

ANEXO

Cartera de Tránsito
 Carta de Nivel
 Carta de Topografía

INDICE DE FIGURAS

NUMERO	CONTENIDO	PAGINA
Fig. 2.1	Localización general del proyecto	2. 2
Fig. 2.2	Municipio del Bajo Baudó	2. 5
Fig. 3.1	Pirámide de población por edades de Pizarro	3.14
Fig. 3.2	Recolección y tratamiento de aguas para consumo humano	3.34
Fig. 3.3	Drenaje superficial	3.37
Fig. 3.4	Actividades principales de la producción	3.43
Fig. 3.5	Componentes principales en el uso de la tierra	3.37
Fig. 3.6	Ciudades de atracción económica	3.57
Fig. 3.7	Conformación de Rentas e Ingresos del Municipio del Bajo Baudó	3.59
Fig. 3.8	Conformación de Gastos del Municipio del Bajo Baudó	3.60
Fig. 4.1	Vías terrestres que conducen al Baudó ..	4. 6
Fig. 6.1	Potencial hidroenergético de Pizarro ...	6. 4
Fig. 6.2	Esquemas constructivos de un gasificador	6.13
Fig. 6.3	Variación de la velocidad del viento ...	6.35
Fig. 6.4	Curva de frecuencia de la velocidad en Bahía Solano	6.39
Fig. 6.5	Curva de duración de la velocidad en Bahía Solano	6.39
Fig. 6.6	Variación del brillo solar medio multi-anual	6.43

INDICE DE FIGURAS

PAGINA	CONTENIDO	NUMERO
2.2	Localización general del proyecto	Fig. 2.1
2.5	Municipio del Bajo Baudó	Fig. 2.2
2.14	Práxima de población por edades de Pizarro	Fig. 2.3
2.24	Recolección y tratamiento de aguas para consumo humano	Fig. 2.4
2.27	Drenaje superficial	Fig. 2.5
2.42	Actividades principales de la producción	Fig. 2.6
2.27	Componentes principales en el uso de la tierra	Fig. 2.7
2.27	Ciudades de atracción económica	Fig. 2.8
2.59	Conformación de Rentas e Ingresos del Municipio del Bajo Baudó	Fig. 2.9
2.60	Conformación de Gastos del Municipio del Bajo Baudó	Fig. 2.10
4.6	Vías terrestres que conducen al Baudó	Fig. 4.1
6.1	Potencial hidroenergético de Pizarro	Fig. 6.1
6.12	Esquemas constructivos de un cascadero	Fig. 6.2
6.22	Variación de la velocidad del viento	Fig. 6.3
6.22	Curva de frecuencia de la velocidad en Baudó	Fig. 6.4
6.29	Curva de duración de la velocidad en Baudó	Fig. 6.5
6.29	Variación del viento en Baudó	Fig. 6.6
6.42	Variación de la radiación solar	Fig. 6.7

Fig. 6.7	Variación de la radiación solar	6.46
Fig. 7.1	Estructura general para el análisis de la demanda	7.6
Fig. 7.2	Estructura general para el análisis simplificado de la demanda de energía	7.15
Fig. 7.3	Curva de demanda pico	7.25
Fig. 8.1	Reconocimiento de campo de la quebrada Coredó (segundo brazo)	8.2
Fig. 8.2	Reconocimiento de campo de la quebrada Coredó (tercer brazo)	8.3
Fig. 8.3	Reconocimiento de campo río Usaragá	8.4
Fig. 8.4	Reconocimiento de campo río Pilizá	8.6
Fig. 8.5	Localización del proyecto	8.8
Fig. 8.6	Planata general de la PCH de Pizarro	8.21
Fig. 8.7	Corte longitudinal por la presa-rebosadero	8.22
Fig. 8.8	Cortes de bocanoma, tubería de carga y caseta de máquinas	8.23
Fig. 8.9	Diagrama para la selección del tipo de turbina y potencia	8.28

6.46	Variación de la radiación solar	Foto 6.7
7.6	Estructura general para el análisis de la demanda	Foto 7.1
7.19	Estructura general para el análisis simplificado de la demanda de energía ..	Foto 7.2
7.28	Curva de demanda pico	Foto 7.3
8.12	Reconocimiento de campo de la quebrada Cotada (segundo plazo)	Foto 8.1
8.2	Reconocimiento de campo de la quebrada Cotada (tercer plazo)	Foto 8.2
8.4	Reconocimiento de campo río Usaragá	Foto 8.3
8.6	Reconocimiento de campo río Pilizá	Foto 8.4
8.8	Localización del proyecto	Foto 8.5
8.21	Plana general de la RCH de Pizarro ... Corte longitudinal por la presa	Foto 8.6
8.22	Reposadero	Foto 8.7
8.23	Cortes de botatomas, tuberías de carga y base de máquinas	Foto 8.8
8.23	Diagrama para la selección del tipo de turbina y potencia	Foto 8.9

INDICE DE FOTOGRAFIAS

NUMERO	C O N T E N I D O	PAGINA
Foto 3.1	Calle típica de Pizarro	3.22
Foto 3.2	Vivienda típica rural en los alrededores de Pizarro	3.22
Foto 3.3	Limpieza del arroz	3.48
Foto 3.4	Fabricación de viche	3.48
Foto 4.1	Yuto, paso por el río Atrato en ferry ..	4.17
Foto 5.1	Esteros del río Usaragá, al sur de Pizarro	5.8
Foto 5.2	Pie de Pepé. Embarque de una canoa de motor hacia Pizarro	5.8
Foto 8.1	Levantamiento topográfico del sitio de presa. Río Pilizá	8.10
Foto 8.2	Plana general de la RCH de Pizarro	8.21
Foto 8.3	Localización del proyecto	8.8
Foto 8.4	Reconocimiento de campo río Pilizá	8.6
Foto 8.5	Reconocimiento de campo río Usaragá	8.4
Foto 8.6	Plana general de la RCH de Pizarro ... Corte longitudinal por la presa	8.21
Foto 8.7	Reposadero	8.22
Foto 8.8	Cortes de botatomas, tuberías de carga y base de máquinas	8.23
Foto 8.9	Diagrama para la selección del tipo de turbina y potencia	8.23

INDICE DE FOTOGRAFIAS

PAGINA	C O N T E N I D O	NUMERO
2.22	Calle típica de Pizarro	Foto 2.1
	Vivienda típica rural en las aldeas -	Foto 2.2
2.22	Árboles de Pizarro	Foto 2.3
2.48	Limpieza del arroyo	Foto 2.4
2.48	Fabricación de viche	Foto 2.5
4.7	Yudo, paso por el río Atrato en ferry .	Foto 2.6
	Esteros del río Usaradá, al sur de	Foto 2.7
2.8	Pizarro	Foto 2.8
	Río de Papá. Embarque de una canoa de	Foto 2.9
2.8	motor hacia Pizarro	Foto 2.10
	Levantamiento topográfico del sitio de	Foto 2.11
2.10	puerto. Río Pizarro	Foto 2.12

INDICE DE TABLAS

NUMERO	C O N T E N I D O	PAGINA
Tabla 2.1	Temperatura proyectada para Pizarro ...	2.10
Tabla 3.1	Formulario de la encuesta poblacional .	3. 4
Tabla 3.2	Población del municipio	3. 6
Tabla 3.3	Variación de la densidad de población .	3. 8
Tabla 3.4	Composición de la población por sexos .	3. 9
Tabla 3.5	Conformación de la población por edades	3.10
Tabla 3.6	Composición departamental y local por	3.10
	edades	3.15
Tabla 3.7	Desarrollo vertical de la vivienda	3.23
Tabla 3.8	Composición de la vivienda por habita-	3.23
	ciones	3.23
Tabla 3.9	Composición de la vivienda por materia-	3.24
	les de construcción	3.24
Tabla 3.10	Formulario de la encuesta sobre el	3.25
	vivienda	3.25
Tabla 3.11	Explotación agrícola	3.47
Tabla 3.12	Composición de la ganadería	3.51
Tabla 5.1	Cartografía requerida para proyectos de	5. 6
	desarrollo	5. 6
Tabla 5.2	Centrales mareométricas del Pacífico en	5.11
	vías de prefactibilidad	5.11
Tabla 6.1	Centrales mareométricas identificadas	6. 1
	por el IEC en el Bajo Baudó	6. 1
Tabla 6.2	Composición promedio del gas provenien-	

INDICE DE TABLAS

PAGINA	CONTENIDO	NUMERO
2.10	Temperatura proyectada para Pizarro ...	Tabla 2.1
2.4	Formulario de la encuesta poblacional ...	Tabla 2.1
2.6	Población del municipio ...	Tabla 2.2
2.8	Variación de la densidad de población ...	Tabla 2.3
2.9	Composición de la población por sexos ...	Tabla 2.4
2.10	Composición de la población por edades ...	Tabla 2.5
2.12	Composición departamental y local por edades ...	Tabla 2.6
2.23	Desarrollo vertical de la vivienda ...	Tabla 2.7
2.23	Composición de la vivienda por hábitos ...	Tabla 2.8
2.23	Composición de la vivienda por materiales ...	Tabla 2.9
2.24	Formulario de la encuesta sobre las de construcción ...	Tabla 2.10
2.25	Composición de la vivienda ...	Tabla 2.11
2.47	Explotación agrícola ...	Tabla 2.12
2.51	Composición de la ganadería ...	Tabla 2.13
2.51	Cartografía requerida para proyectar el desarrollo ...	Tabla 2.14
2.51	Centrales mareométricas del Pacífico en ...	Tabla 2.15
2.11	Vías de prefactibilidad ...	Tabla 2.16
2.1	Centrales mareométricas identificadas ...	Tabla 2.17
2.1	por el IEC en el Bajo Bando ...	Tabla 2.18
2.1	Composición promedio del las proyecciones ...	Tabla 2.19

	te de la pirólisis del carbón vegetal .	6.18
Tabla 6.3	Fallas y problemas técnicos presentados con mayor frecuencia en la operación del gasificador	6.27
Tabla 6.4	Variación de la densidad del aire en función de la altitud	6.32
Tabla 6.5	Valores promedio multianuales de vientos	6.34
Tabla 6.6	Valores mensuales multianuales de brillo solar para Buenaventura y Bahía Solano	6.41
Tabla 6.7	Radiación media mensual en Buenaventura y Bahía Solano	6.47
Tabla 7.1	Proyección de la demanda (primera metodología)	7.14
Tabla 7.2	Proyección de la demanda (segunda metodología)	7.20
Tabla 7.3	Energía diaria consumida por vivienda rural	7.22
Tabla 7.4	Demanda de otros energéticos	7.26
Tabla 8.1	Coordenadas del perfil de vertimiento o cimacio	8.17
Tabla 8.2	Estructura promedio de los costos de construcción de una Pequeña Central Hidroeléctrica	8.32
Tabla 8.3	Costos de la PCH de Pizarro	8.33
Tabla 8.4	Cuadro de características de la micro-central para Pizarro	8.37

6.18	de la pirólisis del carbón vegetal.
6.21	Fallas y problemas técnicos presentados con mayor frecuencia en la operación del ascensor.
6.22	Variación de la densidad del aire en función de la altura.
6.24	Valores promedio mensuales de vientos.
6.24	Valores mensuales multianuales de brillo solar para Buenaventura y Bahía Solano.
6.41	Radiación media mensual en Buenaventura y Bahía Solano.
6.47	Proyección de la demanda (primera metodología).
7.14	Proyección de la demanda (segunda metodología).
7.20	Energía diaria consumida por vivienda rural.
7.22	Demanda de otros energéticos.
7.26	Coordenadas del perfil de vertimiento a simaio.
8.17	Estructura promedio de los costos de construcción de una Pequeña Central Hidroeléctrica.
8.22	Costos de la PCH de Pizarro.
8.22	Cuadro de características de la micro-central para Pizarro.

Tabla 6.2
Tabla 6.4
Tabla 6.5
Tabla 6.6
Tabla 6.7
Tabla 7.1
Tabla 7.2
Tabla 7.3
Tabla 7.4
Tabla 8.1
Tabla 8.2
Tabla 8.3
Tabla 8.4

ABR
NOM
H

ABREVIATURAS

NOMENCLATURA

SIGNIFICADO

aa	Aguas abajo
AA	Aguas arriba
Ab	Abonado
cm	Centímetros
E	Energía
ec	Ecuación
elev	Elevación o cota
ESC	Escala geométrica
h	Hora
Hcr	Lámina de agua sobre la cresta
Km	Kilómetros
Kw	Kilovatios
Kwh	Kilovatios-hora
KV	Kilovoltios
l/s	Litros por segundo
m	Metros
mm	Milímetros
m ³ /s	Metros cúbicos por segundo
m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar
Mw	Megavatios
Mwh	Megavatios hora
P	Potencia
PCH	Pequeña central hidroeléctrica
Q	Caudal

NOMENCLATURA

ABREVIATURAS

ABREVIATURAS

Agua abajo	aa
Agua arriba	AA
Abonado	Ab
Centímetros	cm
Energía	E
Ecuación	ec
Elevación o cota	elev
Escala geométrica	EG
Hora	h
Lámina de agua sobre la cresta	Hor
Kilómetros	km
Kilovatios	Kw
Kilovatios-hora	Kwh
Kilovolts	KV
Litros por segundo	l/s
Metros	m
Milímetros	mm
Metros cúbicos por segundo	m ³ /s
Metros sobre el nivel del mar	m.s.n.m
Megavatio	Mw
Megavatio hora	Mwh
Potencia	P
Redes central hidroelectrica	RCH
(Canal)	

Qda
rpm
s
v
W

Quebrada
Revoluciones por minuto
Segundo
Velocidad
Vatios

CAPÍTULO 6
OFERTA ENERGÉTICA
DE LA ZONA DEL
DESARROLLO ENERGÉTICO

CONTENIDO

PAGINA

6.1 Recursos hidroenergéticos 6. 1

6.2 Combustibles y otras fuentes energéticas 6. 3

6.3 Biomasa 6. 8

6.3.1 Aspectos Generales 6. 8

6.3.1.1 Gasificación térmica de la madera 6.10

6.3.1.2 Parte técnica 6.12

6.3.2 Leña 6.28

6.3.3 Desechos agropecuarios 6.28

6.3.4 Ganadería 6.31

6.4 Energía eólica 6.32

6.5 Energía solar 6.38

PROYECTO	POTENCIA -Kw-
Bece Detonada	15.150
Sanja Iius	11.700
Ensenada Doampadé	31.650
Pio Saudo	5.750
El Parrucha	16.750
TOTAL	81.000

Figura 1.1 - Fuentes hidroenergéticas identificadas
por el IEC en el Baio Saudo

OFERTA ENERGETICA Y PLANIFICACION

DEL DESARROLLO ENERGETICO

6.1 Recursos hidroenergéticos

En el informe de Actividades Adelantadas y Plan para Desarrollar por el ICEL en Fuentes Alternas de Energía, de febrero de 1989, se enumeran los proyectos mareométricos de la tabla 6.1 con sus respectivas potencias y cuya localización se puede apreciar en la figura 2.2. Los proyectos anotados fueron evaluados por el Instituto de Estudios Colombianos en el Inventario de Recursos Mareométricos en la Costa Pacífica.

PROYECTO	POTENCIA Kw
Boca Dotenedó.	13.150
Bahía Ijuá	11.700
Ensenada Docampadó	31.850
Río Baudó	5.750
Río Purricha	16.750
TOTAL	179.240

Tabla 6.1 Centrales Mareométricas identificadas por el IEC, en el Bajo Baudó

6.1 Recursos hidroenergéticos

En el informe de Actividades Adelantadas y Plan a Desarrollar por el ICEL en Fuentes Alternas de Energía, de febrero de 1989, se enumeran los proyectos mareomotrices de la tabla 6.1 con sus respectivas potencias y cuya localización se puede apreciar en la figura 2.2. Los proyectos señalados fueron evaluados por el Instituto de Estudios Colombianos en el inventario de Recursos Mareomotrices en la Costa Pacífica.

POTENCIA Kw	PROYECTO
12.150	Boca Detonado
11.700	Bahía Itúa
21.850	Ensenada Docomado
5.750	Río Baudó
16.750	Río Purpicha
79.240	TOTAL

Tabla 6.1 Centrales Mareomotrices identificadas por el IEC, en el Bajo Baudó

En esencia, el esquema de una central mareomotriz está conformado por una presa casi siempre en concreto que cierra las zonas estuarias de las bocas de los ríos y ensenadas. La función de la presa es aislar y controlar la entrada o la salida de las mareas hacia estos accidentes geográficos. Cuando se establece el suficiente desnivel de aguas entre el mar, por acción de la marea, y los estuarios, por el efecto de cierre de la presa, la central entra en funcionamiento. La central se desconecta cuando se equilibran de nuevo los niveles y la marea entra plenamente al golfo a través de las turbinas alojadas en el interior de la presa. Enseguida se cierran las compuertas de admisión de las turbinas y se espera que descienda el nivel de las aguas del mar hasta cuando haya el desnivel requerido para el funcionamiento de la turbina y, entonces, se abren las compuertas y el agua acumulada en el estuario fluye hacia el mar para cumplir el segundo ciclo de operación de la central. Ya que durante las 24 horas se dan cuatro intercambios de marea, el factor de utilización de las mareomotrices es del orden de 0.25.

No se espera una mayor rentabilidad de estas centrales por que las capacidades a instalar en Kw son sensiblemente bajas para este tipo de proyectos y las obras civiles a construir si son de gran tamaño.

El potencial teórico promedio de los ríos, equivalente al aprovechamiento total de sus posibilidades fluviales es: río Pilizá, con un caudal promedio estimado de 14.5 m³/s y unos 70m de caída obtenemos 8120Kw, de los cuales se estima que sólo el 20% es técnicamente explotable; el río Usaragá con un área total de unos 100km², con un caudal promedio estimado de 11 m³/s y aproximadamente 50m de caída para 4400 Kw, de los cuales son aprovechables 850

En esencia, el esquema de una central mareomotriz está conformado por una presa casi siempre en concreto que cierra las zonas estuarias de las bocas de los ríos y arroyos. La función de la presa es aislar y controlar la entrada o la salida de las mareas hacia estos accidentes geográficos. Cuando se establece el suficiente desnivel de agua entre el mar, por acción de la marea, y los estuarios, por el efecto de cierre de la presa, la central entra en funcionamiento. La central se desconecta cuando se equilibran de nuevo los niveles y la marea entra directamente al río a través de las turbinas alojadas en el interior de la presa. Enseguida se cierran las compuertas de admisión de las turbinas y se espera que descienda el nivel de las aguas del mar hasta cuando haya el desnivel requerido para el funcionamiento de la turbina y, entonces, se abren las compuertas y el agua acumulada en el estuario fluye hacia el mar para cumplir el segundo ciclo de operación de la central. Ya que durante las 24 horas se dan cuatro intercambios de mareas, el factor de utilización de las mareomotrices es del orden de 0.25.

No se espera una mayor rentabilidad de estas centrales por que las capacidades a instalar en KW son significativamente bajas para este tipo de proyectos y las obras civiles a construir si son de gran tamaño.

El potencial teórico promedio de los ríos, equivalente al aprovechamiento total de sus posibilidades fluviales es 14.5 MW y el Pizarro, con un caudal promedio estimado de 14.5 m³/s y una 70m de caída obtenemos 8120KW, de los cuales se estima que sólo el 20% es técnicamente explotable; el río Pizarro con un área total de unos 100KM², con un caudal promedio estimado de 11 m³/s y aproximadamente 50m de caída para 2400 KW, de los cuales son aprovechables 820

Kw: quebrada Coredó con dos brazos disponibles alberga un potencial de 56 Kw, el 1er. brazo ya está utilizado para abastecer el acueducto de Pizarro; los ríos Virudó y Pegadó son de cuencas hidrográficas muy similares en forma y tamaño con 30 Km² de área cada uno, con un caudal de 3.3 m³/s para un potencial de 1056 Kw, de los cuales son realmente instalables cerca de 200 Kw.

No fué posible evaluar la quebrada Arrastradero porque no figura en los planos disponibles de la zona. Sin embargo su potencial es inferior al de la Coredó.

En suma, la zona investigada posee un potencial técnicamente aprovechable de 82114 kw, cuyo desglose se muestra en la figura 6.1. Queda por definir la factibilidad económica de estos proyectos.

6.2 Combustibles y otras fuentes energéticas

Las condiciones económicas de la comunidad, el alto costo y las dificultades de suministro de los combustibles derivados del petróleo, impiden un consumo energético per cápita significativo que permita tener algunas perspectivas de desarrollo, limitándose a consumos energéticos de subsistencia.

La mayor fuente energética de la región la constituye la leña y su único uso consiste en la cocción de los alimentos; el consumo de otros energéticos es reducido y su principal uso lo constituye el transporte y la generación de electricidad.

El bajo costo de la leña ocasionado por la abundancia del

ESTUDIO DE POTENCIAL ECONOMICO Y SOCIAL DE LA ZONA DE PIZARRO

Elaborado por: D. B. C. FIG. 6.1 POTENCIAL ENERGÉTICO DE PIZARRO

Nov. 1978

km: quebrada Coredo con dos brazos disponibles. Albergar un potencial de 25 Kw. El otro brazo ya está utilizado para abastecer el acueducto de Pizarro; los ríos Virudó y Peadó son de cuencas hidrográficas muy similares en forma y tamaño con 30 Km2 de área cada uno, con un caudal de 3.3 m3/s para un potencial de 1026 Kw. de los cuales son realmente instalables cerca de 200 Kw.

No fue posible evaluar la quebrada Arastredano porque no figura en los planos disponibles de la zona. Sin embargo su potencial es inferior al de la Coredo.

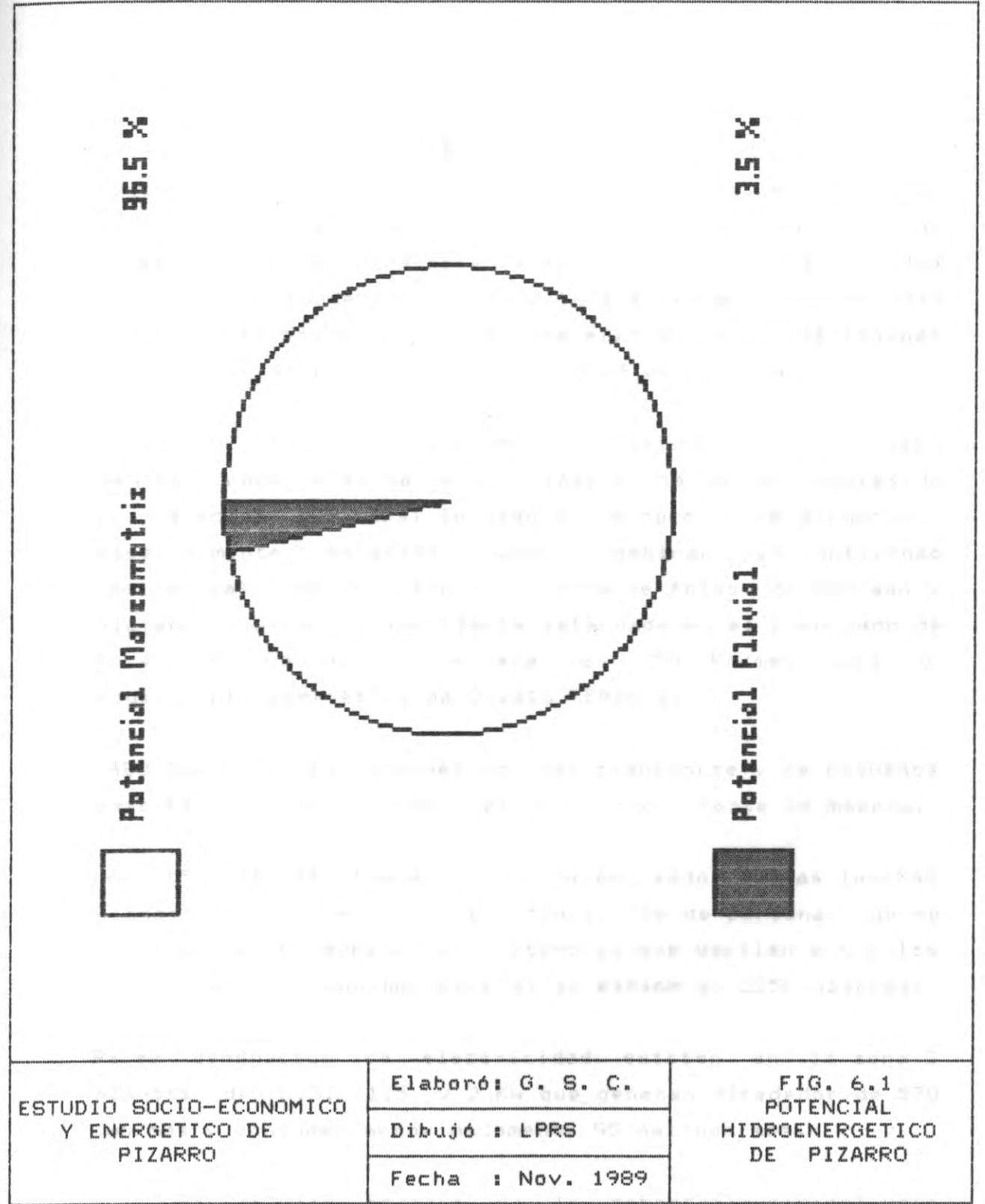
En suma, la zona investigada posee un potencial técnicamente aprovechable de 2214 Kw. cuyo desarrollo se muestra en la figura 6.1. Queda por definir la factibilidad económica de estos proyectos.

6.2 Combustibles y otras fuentes energéticas

Las condiciones económicas de la comunidad, el alto costo y las dificultades de suministro de los combustibles derivados del petróleo, imponen un consumo energético per cápita significativo que permita tener algunas perspectivas de desarrollo, limitándose a consumos energéticos de subsistencia.

La mayor fuente energética de la región la constituye la leña y su único uso consiste en la cocción de los alimentos; el consumo de otros energéticos es reducido y su principal uso lo constituye el transporte y la generación de electricidad.

El alto costo de la leña ocasionado por la abundancia del



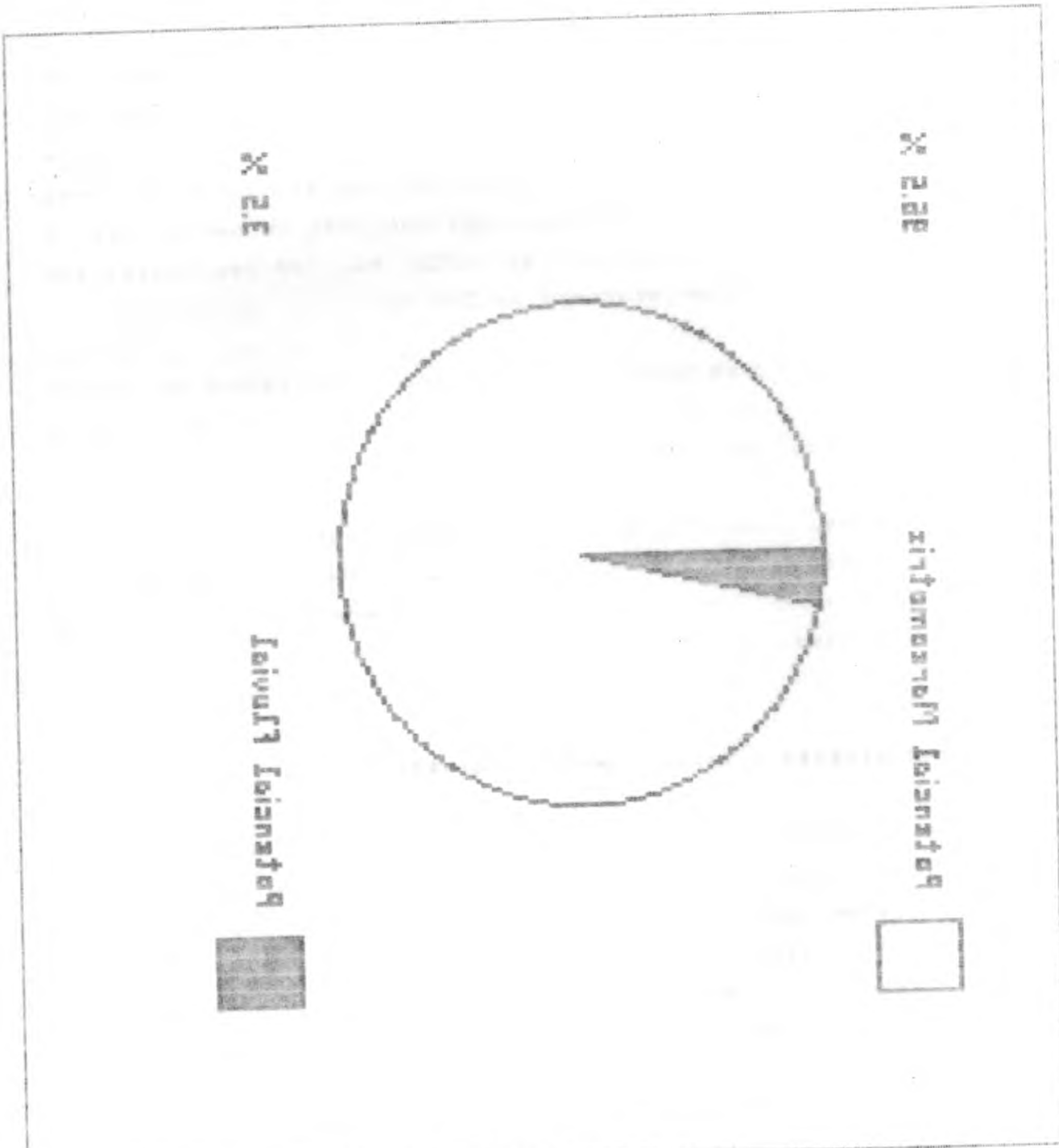
ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO
Y ENERGETICO DE
PIZARRO

Elaboró: G. S. C.

Dibujó: LPRS

Fecha: Nov. 1989

FIG. 6.1
POTENCIAL
HIDROENERGETICO
DE PIZARRO



ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO	Elaboró: G. S. C.
	Dibujó: LRS
	Fecha: Nov. 1989

FIG. 6.1
POTENCIAL
HIDROENERGETICO
DE PIZARRO

recurso, hace de esta la base energética del sector residencial del área de planificación. Del análisis de las encuestas se puede deducir un consumo per cápita de 3 Kg de leña al día, el 88% de los hogares de la cabecera municipal y el 100% de los hogares rurales consumen leña como único energético para la cocción de alimentos. Con estas cifras se puede establecer un consumo de 4485 Kg/día o 134,5 toneladas mes, pero la energía aprovechada sólo puede alcanzar un 7% por la baja eficiencia de los fogones usados y el alto contenido de humedad de la leña.

CARBON DE LEÑA: Es un energético relativamente barato pero de bajo consumo en la región, sólo el 4% de los hogares de la cabecera municipal lo usan en la cocción de alimentos, especialmente aquellos donde combinan la actividad residencial con la comercial (venta de fritos de pescado y plátano); otro uso importante está dado en el planchado de ropa. El consumo no supera los 350 Kg/mes para un equivalente energético de 0.2415 TEP/mes.

GASOLINA: Es el energético del transporte y de pequeños motores para generación de electricidad y corte de madera. Los 15 motores fuera de borda empleados en las lanchas usadas en la pesca y el transporte de personal que se censaron en el área tienen potencias que oscilan entre los 20 y 40 HP y el consumo mensual se estima en 2250 galones.

Para generación de electricidad existen en la zona 3 plantas de 3.3, 1.5 y 2 Kw que generan alrededor de 570 kWh/mes y consumen aproximadamente 95 galones/mes.

El 2.2% de los hogares de la cabecera municipal usan gasolina en la cocción de los alimentos, para un consumo

... hace de esta la base energética del sector residencial del área de planificación. Del análisis de las propuestas se puede deducir un consumo per cápita de 3 Kw al día, el 88% de los hogares de la cabecera municipal y el 100% de los hogares rurales. Consumen 1875 como única energética para la cocción de alimentos. Con estas cifras se puede establecer un consumo de 4482 Kw/día o 134.5 toneladas mes, pero la energía aprovechada sólo puede alcanzar un 7% por la baja eficiencia de los fogones usados y el alto contenido de humedad de la leña.

CARBÓN DE LEÑA: Es un energético relativamente barato pero de bajo consumo en la región, sólo el 4% de los hogares de la cabecera municipal lo usan en la cocción de alimentos, especialmente aquellos donde combinan la actividad residencial con la comercial (venta de frijos de pescado y plátano); otro uso importante está dado en el planchado de ropa. El consumo no supera los 350 Kw/mes para un equivalente energético de 0.2415 TEP/mes.

GASOLINA: Es el energético del transporte y de pequeños motores para generación de electricidad y corte de madera.

Los 15 motores fuera de borda empleados en las lanchas usadas en la pesca y el transporte de personal que se encuentran en el área tienen potencias que oscilan entre los 20 y 40 HP y el consumo mensual se estima en 2250 galones.

Para generación de electricidad existen en la zona 3 plantas de 3.2, 1.5 y 2 Kw que generan alrededor de 270 Kw/mes y consumen aproximadamente 95 galones/mes.

El 5.5% de los hogares de la cabecera municipal usan energía en la cocción de los alimentos para un consumo

de 55 galones/mes.

Las motosierras que tienen un alto consumo de gasolina no se contabilizaron debido a que los insumos usados en la extracción de la madera son suministrados directamente por los comerciantes de la madera y transportados desde Buenaventura en los barcos madereros sin reportar en Pizarro ningún dato sobre cantidades y tipos de insumos. Descartando lo utilizado en las motosierras, el consumo total de gasolina en la zona es del orden de 2400 galones/mes, para un equivalente energético de 7.08 TEP/mes.

ACPM: El principal uso de este combustible lo tienen las plantas grandes generadoras de energía eléctrica y los motores de los aserraderos, estos últimos como ya se explicó no los consideramos en el balance energético.

En la cabecera municipal existe una planta de 120 Kw que suministra la energía eléctrica y el alumbrado público al sector residencial y cuando funciona lo hace durante 4 horas diarias a un 60% de su capacidad, para una generación mensual no superior a los 5000Kwh/mes y un consumo entre 1000 y 1500 galones.

Cabe señalar que esta planta está fuera de servicio desde hace varios meses por problemas de mantenimiento y cuando está en condiciones de operar existen dificultades para la consecución del combustible, por su elevado costo o por su escasez en el mercado.

Existe otra planta particular de 6.5 Kw que suministra energía eléctrica a un comercio (iluminación y refrigeración). Opera durante 9 horas al día para una

de 25 galones/mes.

Las motocicletas que tienen un alto consumo de gasolina no se contabilizaron debido a que los insumos usados en la extracción de la madera son suministrados directamente por los comerciantes de la madera y transportados desde Buenaventura en los barcos madereros sin reportar en ningún momento sobre cantidades y tipos de insumos. Descartando lo utilizado en las motocicletas, el consumo total de gasolina en la zona es del orden de 2400 galones/mes. Para un equivalente energético de 7.08 TEP/mes.

ACPM: El principal uso de este combustible lo tienen las plantas grandes generadoras de energía eléctrica y los motores de los aserraderos, estos últimos como ya se explicó no los consideramos en el balance energético.

En la cabecera municipal existe una planta de 120 Kw que suministra la energía eléctrica y el alumbrado público al sector residencial y cuando funciona lo hace durante 4 horas diarias a un 60% de su capacidad, para una generación mensual no superior a los 2000Kwh/mes y un consumo entre 1000 y 1200 galones.

Cabe señalar que esta planta está fuera de servicio desde hace varios meses por problemas de mantenimiento y cuando está en condiciones de operar existen dificultades para la consecución del combustible, por su elevado costo o por su escasez en el mercado.

Existe otra planta particular de 6.5 Kw que suministra energía eléctrica a un comercio (iluminación y refrigeración) fuera durante 8 horas al día para una

6.2 generación mensual de 1700Kwh y un consumo de 210 galones de ACPM.

El consumo total de ACPM sin incluir los aserraderos es del orden de los 1400 galones/mes para un equivalente energético de 4.62 TEP/mes.

Kerosene: Su destino principal es la cocción de alimentos y la iluminación. El 4.7% de los hogares de la cabecera municipal lo consumen en la cocción, en una cantidad que no supera los 150 galones/mes. El uso en mecheras y lámparas para iluminación, es inferior a 50 galones/mes para un equivalente de 0.632 TEP/mes.

VELAS: Es el principal energético usado en la iluminación de los hogares y en labores de pesca y su consumo se estima en 10000 unidades/mes, para un equivalente energético de 0.165 TEP/mes.

PILAS: Usadas fundamentalmente en aparatos electrodomésticos como radios, grabadoras y linternas, su consumo se estima en 3400 unidades/mes.

6.3 Biomasa

6.3.1 Aspectos Generales

El área de Pizarro, como ya se ha definido, se encuentra dentro de un ambiente de selva tropical, donde la combinación de aguas dulces y saladas ha permitido el desarrollo de una vasta zona de manglares con variado y abundante nicho biológico que la hace especial en el país.

La explotación de madera tanto de manglares como de otras especies comerciales es favorecida por la marea alta que permite la entrada, río arriba, de embarcaciones de alto tonelaje. En el transcurso de la marea baja, el tiempo se aprovecha para cargar y el regreso a Buenaventura se ejecuta en condiciones de aguas altas. Esta operación requiere de un gran conocimiento de las mareas y de la profundidad de los ríos y caños utilizados para el transporte.

En el área de Pizarro existen dos aserríos que extraen aproximadamente 9000 m³ de madera por año, en piezas generalmente de 30x30x300 cmt, las cuales son llevadas a Buenaventura para ser transformadas en piezas de dimensiones más apropiadas para el uso final. El aumento de la demanda de partes de madera inmunizada para la construcción de redes eléctricas y de telecomunicaciones, cercas y estructuras de casas prefabricadas ha encontrado en el mangle una madera de excelentes condiciones. Su intensa explotación expone al peligro de la deforestación a esa reserva forestal que tiene la Costa Pacífica.

generación mensual de 1700kwh y un consumo de 210 galones de ACPM.

El consumo total de ACPM sin incluir los aserraderos es del orden de los 1400 galones/mes para un equivalente energético de 4.62 TEP/mes. Su destino principal es la cocción de alimentos y la iluminación. El 4.7% de los hogares de la cabecera municipal los consumen en la cocción, en una cantidad que no supera los 120 galones/mes. El uso en mecheros y lámparas para iluminación, es inferior a 20 galones/mes para un equivalente de 0.632 TEP/mes.

VEUSA: Es el principal energético usado en la iluminación de los hogares y en labores de pesca y su consumo se estima en 10000 unidades/mes, para un equivalente energético de 0.162 TEP/mes.

PIASA: Usadas fundamentalmente en aparatos electrodomésticos como radios, grabadoras y linternas, su consumo se estima en 2400 unidades/mes.

6.2.1 Aspectos Generales

El área de Pizarro, como ya se ha definido, se encuentra dentro de un ambiente de selva tropical, donde la combinación de aguas dulces y saladas ha permitido el desarrollo de una vasta zona de manglares con variado y abundante nicho biológico que la hace especial en el país.

La explotación de madera tanto de manglares como de otras especies comerciales es favorecida por la marea alta que permite la entrada, río arriba, de embarcaciones de alto tonelaje. En el transcurso de la marea baja, el tiempo se aprovecha para cargar y el regreso a Buenaventura se ejecuta en condiciones de aguas altas. Esta operación requiere de un gran conocimiento de las mareas y de la profundidad de los ríos y caños utilizados para el transporte.

En el área de Pizarro existen dos aserríos que extraen aproximadamente 9000 m³ de madera por año, en piezas generalmente de 20x30x300 cmf, las cuales son llevadas a Buenaventura para ser transformadas en piezas de dimensiones más apropiadas para el uso final.

El aumento de la demanda de partes de madera suministrada para la construcción de redes eléctricas y de telecomunicaciones, cercas y estructuras de casas prefabricadas ha encontrado en el manglar una madera de excelentes condiciones. Su intensa explotación expone el peligro de la deforestación en esta reserva forestal que tiene la Costa Pacífica.

El anterior problema se agudiza por las dificultades de corte de las varas rectas y rollizas, las cuales representan únicamente el 10% del total talado, quedando en el terreno enormes cantidades de raíces aeroacuáticas, ramas y troncos de formación o tamaño inapropiado para la comercialización; así se atrofia la aparición pronta de nuevas plantas que sustituyan las cortadas, creando un desequilibrio tal que, de no controlarse, se convertirá en un irremediable problema ecológico.

6.2.2 Utilización de la madera

Como desperdicios adicionales, quedan en el terreno o en los ríos las cerillas de las trozas aserradas que pueden ser equivalentes a un 10% del total de la troza. Si tomamos los valores de tan sólo los dos aserríos del área, se están desperdiciando alrededor de 9000 m³ de madera anual que sumados a las enormes cantidades de raíces, tallos deformes y ramas, sumarían en desperdicios cerca de 90.000 m³ de madera, la cual puede ser usada como energético previamente transformándola en carbón vegetal de más fácil manipulación y comercialización, aumentando el ingreso de los habitantes de la región. La

Si la producción de carbón vegetal fuera importante, se podría pensar en la generación de electricidad a pequeña escala, mediante el uso de gasificadores por pirólisis del carbón. Esta tecnología fué plenamente probada en la segunda guerra mundial y hoy como energía no convencional se está retomando.

El anterior problema se acentúa por las dificultades del corte de las varas rectas y polizas. Las cuales representan únicamente el 10% del total talado, quedando en el terreno enormes cantidades de raíces serotónicas, ramas y troncos de formación o tamaño inadecuado para la comercialización. Así, se acentúa la aparición de nuevas plantas que sustituyen las cortadas, creando un desequilibrio tal que, de no controlarse, se convertirá en un irremediable problema ecológico.

Como desperdicios adicionales, quedan en el terreno los ríos las cortizas de las troncos aserradas que pueden ser equivalentes a un 10% del total de la zona. Si tomamos los valores de tan sólo los dos aserríos del área, se están desperdiciando alrededor de 900 m³ de madera anual que sumados a las enormes cantidades de raíces, tallos de troncos y ramas, sumarian en desperdicios cerca de 90.000 m³ de madera, la cual puede ser usada como energético previamente transformando en carbón vegetal de más fácil manipulación y comercialización, aumentando el ingreso de los habitantes de la región.

Si la producción de carbón vegetal fuera importante, se podría pensar en la generación de electricidad a pequeña escala, mediante el uso de aserradores por pirólisis del carbón. Esta tecnología fue plenamente probada en la segunda guerra mundial y hoy como energía no convencional se está retomando.

Mediante un programa de cooperación técnica internacional se pretende desarrollar plenamente esta tecnología adaptada a las condiciones de la costa Pacífica Colombiana. Los resultados a la fecha son satisfactorios y se han reproducido en el Programa Especial de Energía de la Costa Atlántica (PESENA). Para la Costa Pacífica, PLADEICOP tiene el compromiso de desarrollar y difundir la tecnología, por tal razón sugerimos entrar en contacto con esta entidad.

6.3.1.1 Gasificación térmica de la madera

La región presenta características favorables para el uso de gasificadores de madera por los siguientes aspectos:

- i) Zonalmente, se pueden abastecer requerimientos pequeños de energía eléctrica de alrededor de 3kw, aprovechando el gasificador. Esta potencia está limitada por el motor, cuya capacidad oscila entre 15 y 20 HP, regularmente. La construcción de gasificadores de mayor potencia exige todavía de más ensayos para la adaptación de motores con mayor potencia.
- ii) Una resolución al problema de desperdicios de la madera es el aprovechamiento amplio de éste

Mediante un programa de cooperación técnica internacional se pretende desarrollar plenamente esta tecnología adaptada a las condiciones de la Costa Pacífica Colombiana. Los resultados a la fecha son satisfactorios y se han reproducido en el Programa Especial de Energía de la Costa Atlántica (RESENCA). Para la Costa Pacífica, PLADICOR tiene el compromiso de desarrollar y difundir la tecnología por tal razón sugerimos entrar en contacto con esta entidad.

6.3.1.1 Gasificación térmica de la madera

La región presenta características favorables para el uso de gasificadores de madera por los siguientes aspectos:

1) Localmente, se pueden abastecer requerimientos pequeños de energía eléctrica de alrededor de 2Kw, aprovechando el gasificador. Esta potencia está limitada por el motor, cuya capacidad oscila entre 15 y 20 HP, reguladamente. La construcción de gasificadores de mayor potencia exige todavía de más ensayos para la adaptación de motores con mayor potencia.

Una solución al problema de desperdicio de la madera es el aprovechamiento de este

combustible. Se requiere carbón vegetal de buena calidad. El consumo de la planta, operando con 3 Kw de potencia, es alrededor de 3.5 a 4 kg/hora. Tanto la preparación del combustible a las demandas del proceso de gasificación, como la operación y el mantenimiento de la planta requieren mano de obra. El municipio del Bajo Baudó se caracteriza por el alto índice de desempleo y parte del personal cesante, se vincularía de esta manera a la actividad laboral.

iii) La aplicación típica en el Litoral Pacífico es la iluminación de una vereda o caserío de aproximadamente 20 a 30 casas, la carga de baterías y el aprovisionamiento de energía para un refrigerador. Con un sistema de refrigeración se puede conservar el hielo, que las comunidades pesqueras compran para la conservación y para el transporte del pescado. Un mejor tratamiento del hielo en una caja bien aislada, con sistema de refrigeración puede reducir los costos corrientes y aumentar la flexibilidad económica de las comunidades pesqueras.

completaría. Se requiere carbón vegetal de buena calidad. El consumo de la planta, operando con 2 KW de potencia, es alrededor de 2.5 a 4 kWhora. Tanto la preparación del combustible a las demandas del proceso de gasificación, como la operación y el mantenimiento de la planta requieren mano de obra. El municipio del Bajo Baudó se caracteriza por el alto índice de desempleo y parte del personal cesante, es vincularla de esta manera a la actividad laboral.

iii) La aplicación típica en el litoral Pacífico es la iluminación de una vereda o caserío de aproximadamente 20 a 30 casas, la carga de baterías y el aprovisionamiento de energía para un refrigerador. Con un sistema de refrigeración se puede conservar el hielo, que las comunidades pesqueras compran para la conservación y para el transporte de pescado. Un motor de tratamiento del hielo en una cabaña bien aislada con sistema de refrigeración puede reducir los costos corrientes y aumentar la flexibilidad económica de las comunidades pesqueras.

6.3.1.2 Parte técnica

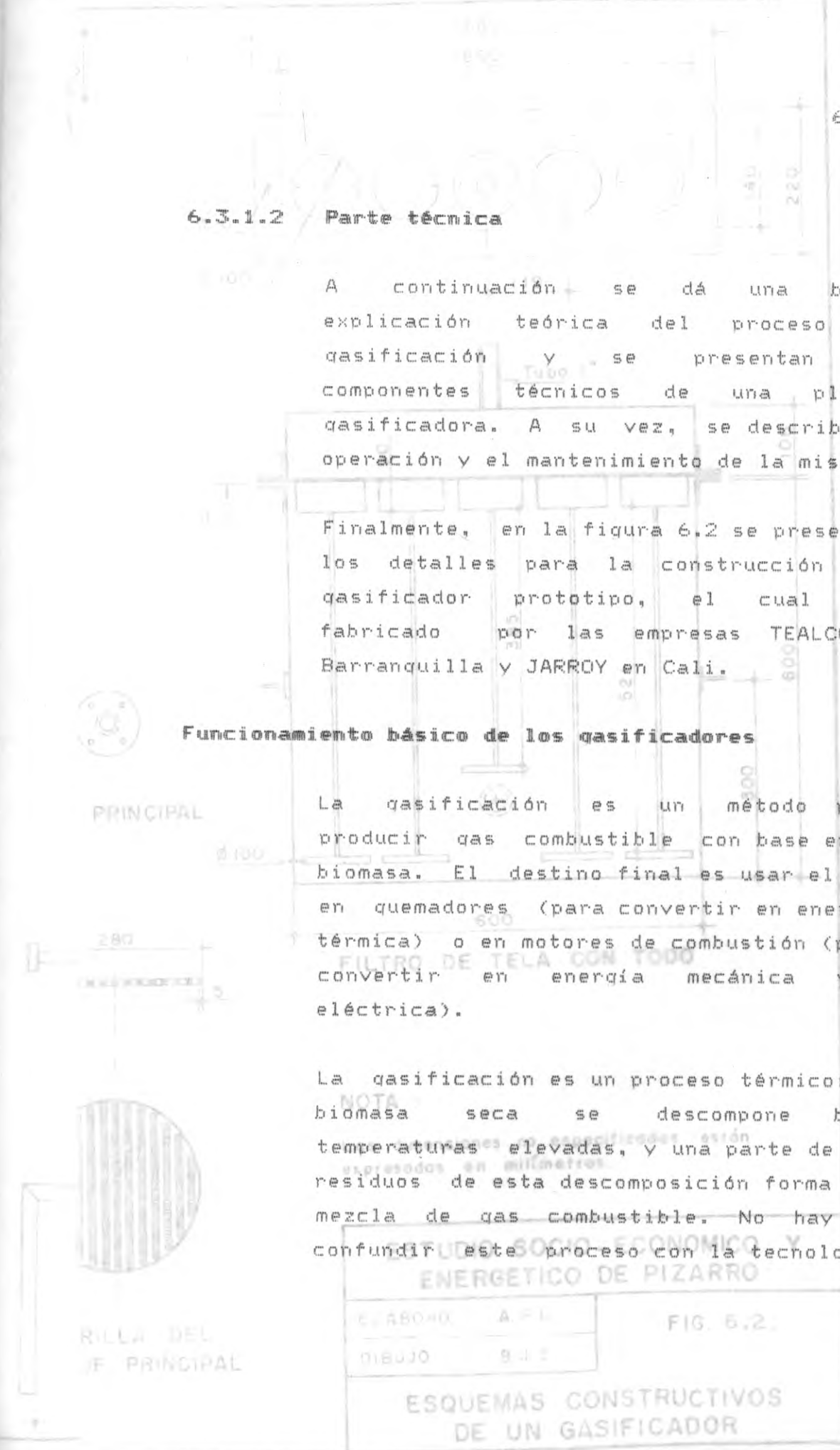
A continuación se da una breve explicación teórica del proceso de gasificación y se presentan los componentes técnicos de una planta gasificadora. A su vez, se describe la operación y el mantenimiento de la misma.

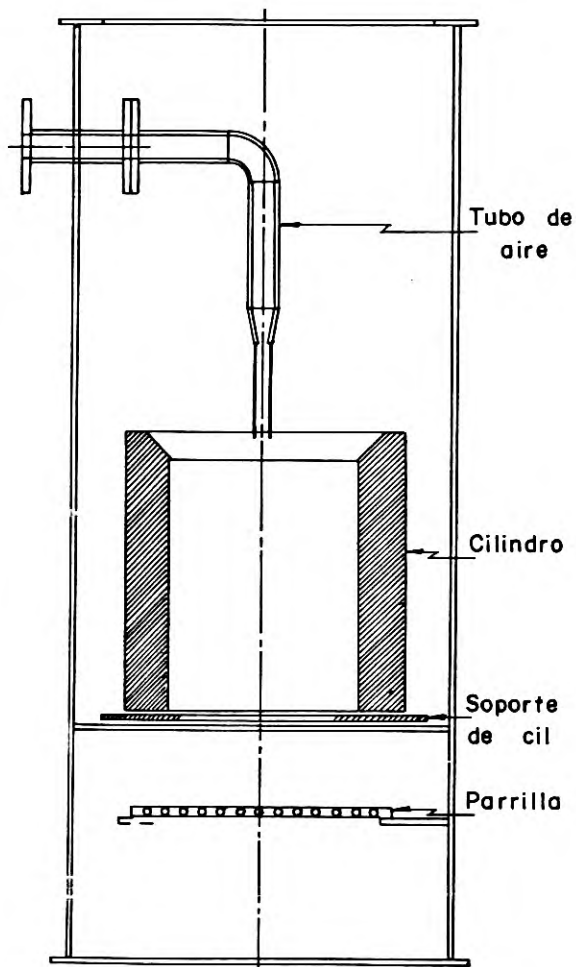
Finalmente, en la figura 6.2 se presentan los detalles para la construcción del gasificador prototipo, el cual fue fabricado por las empresas TEALCO en Barranquilla y JARROY en Cali.

Funcionamiento básico de los gasificadores

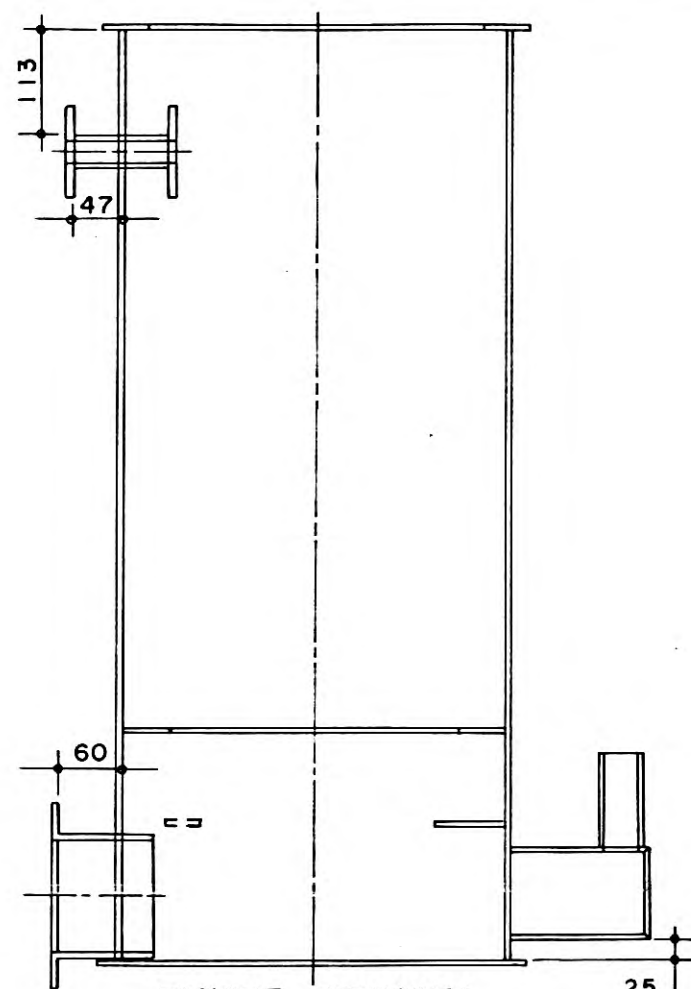
La gasificación es un método para producir gas combustible con base en la biomasa. El destino final es usar el gas en quemadores (para convertir en energía térmica) o en motores de combustión (para convertir en energía mecánica y o eléctrica).

La gasificación es un proceso térmico: la biomasa seca se descompone bajo temperaturas elevadas, y una parte de los residuos de esta descomposición forma una mezcla de gas combustible. No hay que confundir este proceso con la tecnología

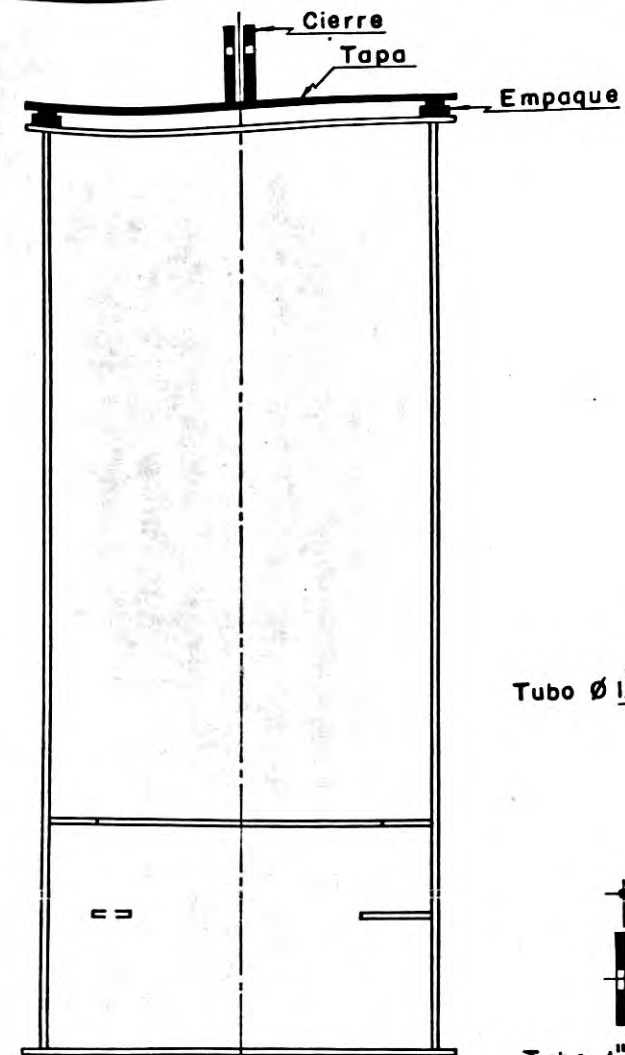




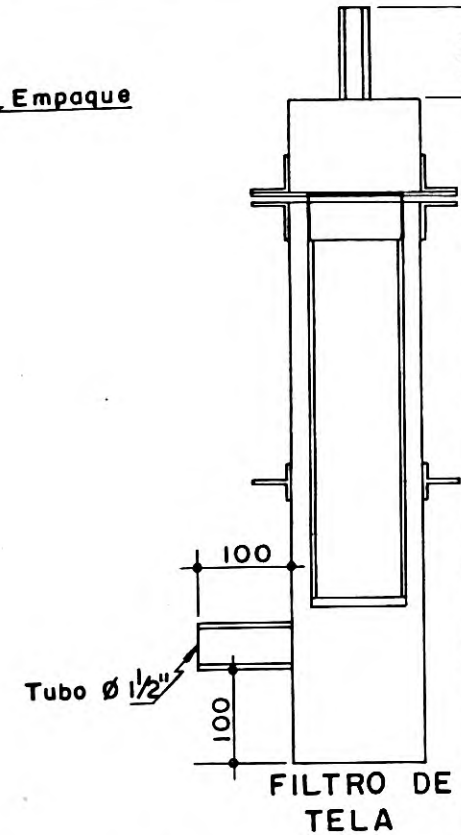
TANQUE PRINCIPAL
INSTALACIONES



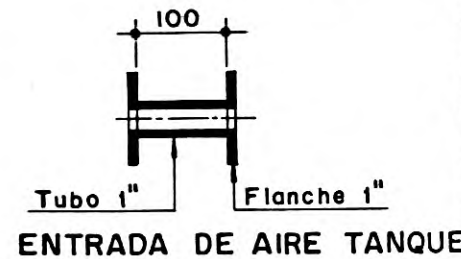
TANQUE PRINCIPAL
CON ACCESORIOS



TANQUE PRINCIPAL
CON TAPA

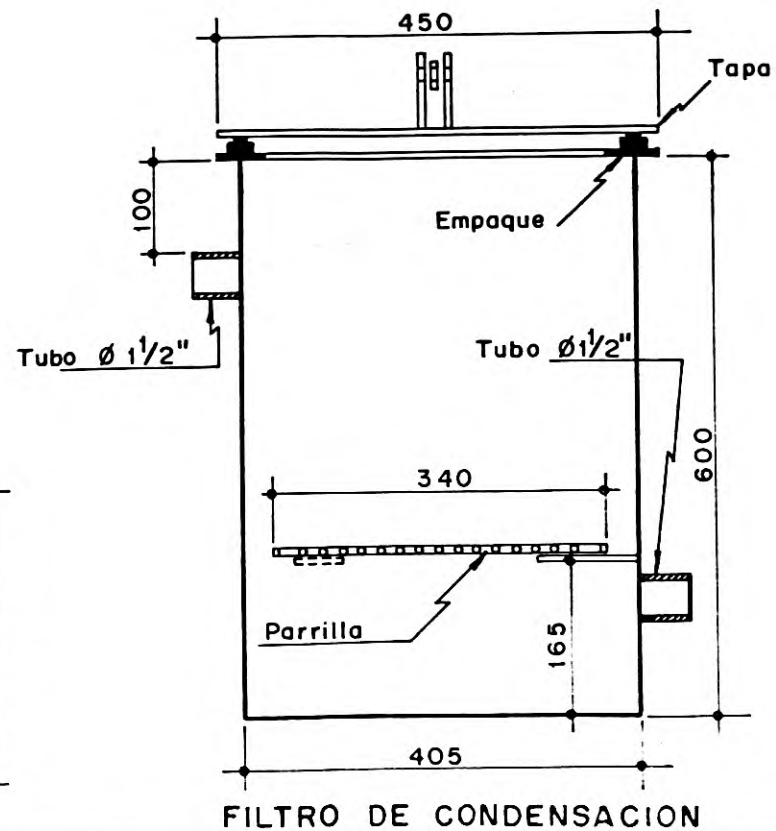
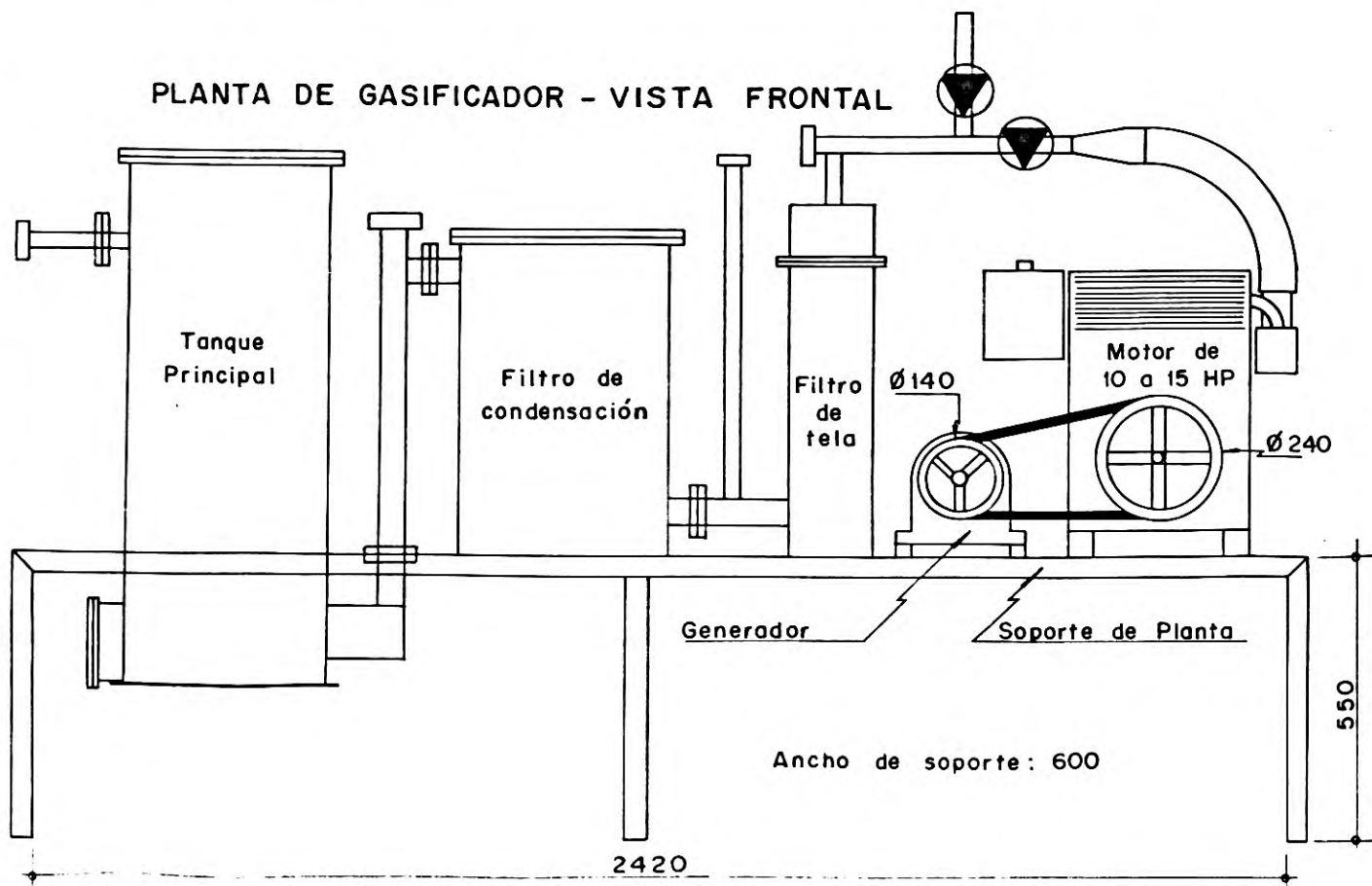


FILTRO DE
TELA



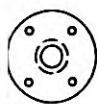
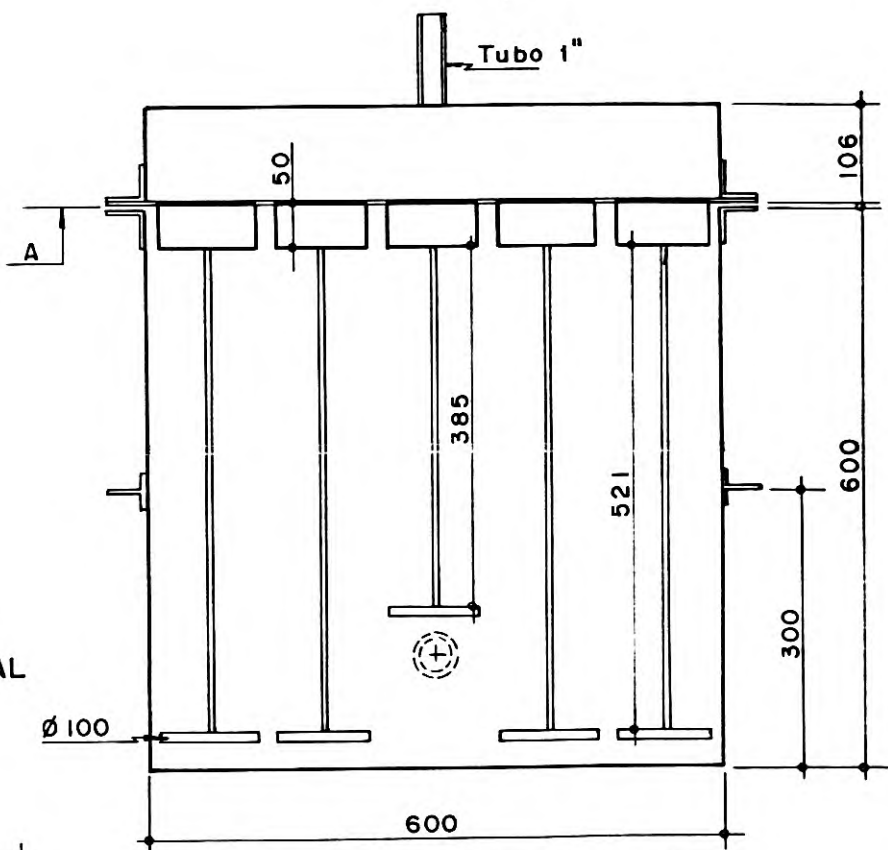
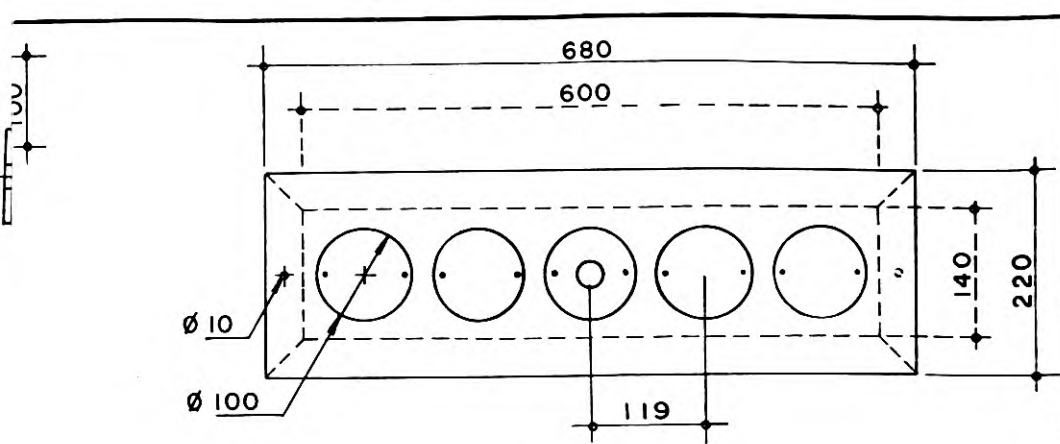
ENTRADA DE AIRE TANQUE

PLANTA DE GASIFICADOR - VISTA FRONTAL



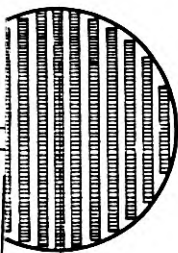
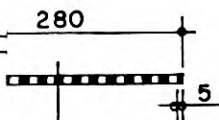
FILTRO DE CONDENSACION

Acero en
tubo (10)
PAR
TANQ



PRINCIPAL

∅ 100



RILLA DEL
UE PRINCIPAL

FILTRO DE TELA CON TODO

NOTA :

Las dimensiones no especificadas están expresadas en milímetros.

ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO Y
ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORO : A.R.L.

DIBUJO : B.J.Z.

FIG. 6.2.

ESQUEMAS CONSTRUCTIVOS
DE UN GASIFICADOR

de biogas: en una planta de biogas, una solución de la biomasa en agua se descompone por bacterias para la producción de "biogas", que es una mezcla combustible de dióxido de carbono y metano. Para poder distinguir este biogas del producto de la gasificación térmica, se puede llamar al segundo "gas pobre" o también "gas de madera" o "gas de carbón".

Principalmente, cada biomasa en el estado seco tiene una composición química casi igual: todas las especies de madera (en estado seco) contienen aproximadamente 50% del elemento carbono, el 43% de oxígeno, y el 6% de hidrógeno (y también 1% de cenizas y nitrógeno). Estos elementos forman la celulosa, la hemicelulosa y el agua celular de la planta. La humedad de la planta es una cantidad adicional de agua, que se emite en el proceso de secado con temperaturas hasta de 100 grados centígrados, no en la manufactura de carbón vegetal. En los Cuatro procesos diferentes ocurren en el gasificador: el secado del combustible, la pirólisis, la combustión y la reducción. Cada uno de éstos procesos ocupa una zona separada en que se producen reacciones químicas y térmicas diferentes. El combustible tiene que pasar por todos los estratos para gasificarse completamente. Este gas

una de pasar en una planta de biogas, una solución de la biomasa en agua se descompone por bacterias para la producción de "biogas", que es una mezcla combustible de dióxido de carbono y metano. Para poder distinguir este biogas del producto de la gasificación térmica, se puede llamar al segundo "gas pobre" o también "gas de madera" o "gas de carbón".

Principalmente, cada biomasa en el estado seco tiene una composición química casi igual: todas las especies de madera (en estado seco) contienen aproximadamente 50% del elemento carbono, el 43% de oxígeno, y el 6% de hidrógeno (y también 1% de cenizas y nitrógeno). Estos elementos forman la celulosa, la hemicelulosa y el agua celular de la planta. La humedad de la planta es una cantidad adicional de agua que emite en el proceso de secado con temperaturas hasta de 100 grados centígrados.

Quatro procesos diferentes ocurren en el gasificador: el secado del combustible, la pirólisis, la combustión y la reducción. Cada uno de estos procesos ocurre en una zona separada en que se producen reacciones químicas y térmicas diferentes. El combustible tiene que pasar por todos esos estadios para convertirse completamente.

El combustible vertido en la parte superior del tanque de gasificación, pasa primero por una zona de secado, donde no ocurren reacciones químicas, porque el combustible solo emite vapor de agua (la humedad natural) bajo temperaturas entre 40 y 100 grados centígrados. El calor para el secado es producido por la zona de combustión.

La pirólisis ocurre generalmente sobre las zonas de combustión y de reducción. Esta zona extrae el calor de las regiones calientes adyacentes y no tiene acceso de aire. Una vez que la temperatura llega aproximadamente a unos 400 grados centígrados, se inicia una reacción exotérmica autosuficiente, en la cual las estructuras de la madera o de otros productos orgánicos, que se están usando como combustible, comienzan a disociarse. Este proceso es similar al que ocurre en una retorta o en un horno en la manufactura de carbón vegetal. En las reacciones participan vapor de agua, metanol, ácido acético y considerables volúmenes de hidrocarburos pesados (brea o alquitrán). En el caso de la madera, el 50% o más del peso original se emite como brea y materiales volátiles.

El remanente sólido, después de la pirólisis, es carbón vegetal. Este pasa

El combustible vendido en la parte superior del tanque de gasificación pasa primero por una zona de secado, donde no ocurren reacciones químicas porque el combustible solo emite vapor de agua (la humedad natural) bajo temperaturas entre 40 y 100 grados centígrados. El calor para el secado es producido por la zona de combustión.

La pirólisis ocurre generalmente sobre las zonas de combustión y de reducción. Esta zona recibe el calor de las regiones adyacentes y no tiene acceso de aire. Una vez que la temperatura llega aproximadamente a unos 400 grados centígrados, se inicia una reacción exotérmica autosuficiente, en la cual las estructuras de la madera o de otros productos orgánicos, que se están usando como combustible, comienzan a disociarse. Este proceso es similar al que ocurre en una retorta o en un horno en la manufactura de carbón vegetal. En las reacciones participan vapor de agua, metanol, ácido acético y considerables volúmenes de hidrocarburos pesados (brea o alquitrán). En el caso de la madera, el 50% o más del peso original se emite como brea y materiales volátiles.

El remanente sólido, después de la pirólisis, es carbón vegetal. Este pasa

por el gasificador y se consume en las zonas de combustión y de reducción. Cuando se usa carbón de origen vegetal como combustible en el gasificador, se expulsan muy pocos productos de la pirólisis puesto que ya habían sido emitidos en la producción del carbón.

El proceso central para iniciar la gasificación es la combustión, que está situada cerca de los tubos donde entra el aire. Una vez encendido durante el arranque del gasificador, el combustible se quema, es decir, el carbono del combustible reacciona con el oxígeno del aire (que está introducido por la presión de un ventilador durante los primeros minutos de la gasificación) para producir dióxido de carbono, un gas incombustible. Esta es una reacción exotérmica y la temperatura en la zona de combustión sube hasta que la relación de incremento de calor se balancea con la relación de pérdida de calor. La temperatura en la zona de combustión normalmente llega a un punto entre los 900 y los 1300 grados centígrados. Cualquier cantidad de hidrógeno que estuviera presente en la zona de combustión reacciona también con el oxígeno, produciendo vapor de agua como resultado secundario.

La reacción de combustión es

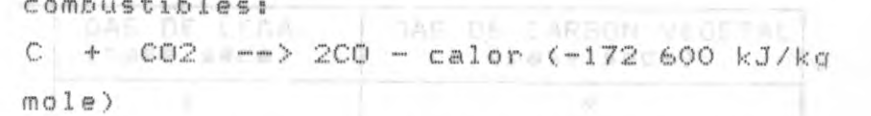
$$C + O_2 \rightarrow CO_2 + \text{calor (+393 800 kJ/kg mole)}$$

por el gasificador y se consume en las zonas de combustión y de reducción. Cuando se usa carbón de origen vegetal como combustible en el gasificador, se emiten muy pocos productos de la combustión puesto que ya habían sido emitidos en la producción del carbón.

El proceso central para iniciar la gasificación es la combustión, que está situada cerca de los tubos donde entra el aire. Una vez encendido durante el arranque del gasificador, el combustible se quemará, es decir, el carbono del combustible reacciona con el oxígeno del aire (que está introducido por la presión de un ventilador durante los primeros minutos de la gasificación) para producir dióxido de carbono, un gas incombustible. Esta es una reacción exotérmica y la temperatura en la zona de combustión sube hasta que la relación de incremento de calor se balancea con la relación de pérdida de calor. La temperatura en la zona de combustión normalmente llega a un punto entre los 900 y los 1300 grados centígrados. Cualquier cantidad de hidrógeno que estuviera presente en la zona de combustión reacciona también con el oxígeno, produciendo vapor de agua como resultado secundario.

La reacción de combustión es: $C + O_2 \rightarrow CO_2 + \text{calor} (+397.800 \text{ kJ/kg mole})$

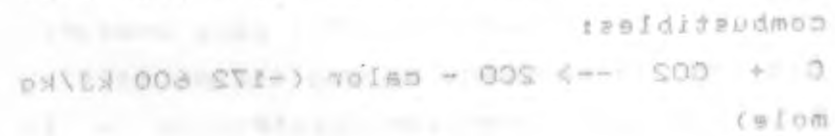
De la zona de combustión los gases pasan luego a la zona de reducción. Esta se encuentra siempre junto a la de combustión, pero dependiendo de la configuración del gasificador puede estar colocada encima (gasificador de flujo ascendente), debajo (flujo descendente) o junto a ella (flujo cruzado). No entra aire en esta zona, por lo tanto no hay oxígeno libre y las reacciones que se desarrollan son diferentes. Estas reacciones de reducción juegan una función esencial en la gasificación ya que convierten una cierta cantidad de los gases incombustibles, que emergen de la zona de combustión, en productos combustibles:



Es una reacción endotérmica, que consume calor.

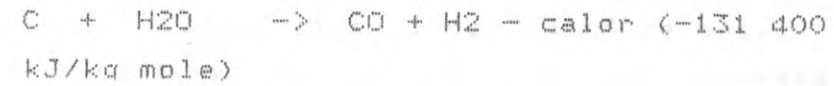
Otra reacción de reducción muy importante es aquella entre el vapor de agua y el carbono. Esta es también endotérmica y sólo se realiza a temperaturas sobre los 900 grados centígrados. El agua se disocia y los productos resultantes son monóxido de carbono y cierta cantidad de hidrógeno. Estos productos de reacción son combustibles e incrementan el valor calórico del gas final.

De la zona de combustión los gases pasan luego a la zona de reducción. Esta se encuentra siempre junto a la de combustión, pero dependiendo de la configuración del gasificador puede estar colocada encima (gasificador de flujo ascendente), debajo (flujo descendente) o junto a ella (flujo cruzado). No entra aire en esta zona, por lo tanto no hay oxígeno libre y las reacciones que se desarrollan son diferentes. Estas reacciones de reducción juegan una función esencial en la gasificación ya que convierten una cierta cantidad de los gases incombustibles, que emergen de la zona de combustión, en productos combustibles:

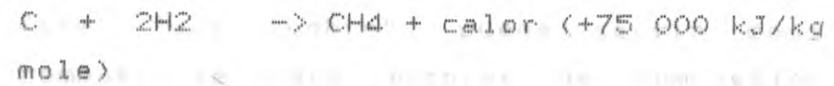


Es una reacción endotérmica, que consume calor.

Otra reacción de reducción muy importante es aquella entre el vapor de agua y el carbono. Esta es también endotérmica y sólo se realiza a temperaturas sobre los 900 grados centígrados. El agua se disocia y los productos resultantes son monóxido de carbono y cierta cantidad de hidrógeno. Estos productos de reacción son combustibles e incrementan el valor calórico del gas final.



En la reacción de metano, también se forman gases combustibles:



El producto final, que sale del tanque de gasificación, es una mezcla de gases con una composición volumétrica típica indicada en la tabla 6.2

GAS	GAS DE LEÑA (base seca)	GAS DE CARBON VEGETAL (base seca)
	%	%
Nitrógeno	50 - 54	60 - 63
Monóxido de carbono	20 - 22	23 - 33
Dióxido de carbono	9 - 11	3 - 7
Hidrógeno	12 - 15	4 - 14
Metano	2 - 3	-
Contenido calórico	5.500 kJ/m ³	4.100 kJ/m ³

Tabla 6.2 Composición promedio del gas proveniente de la pirólisis del carbón vegetal

Otras cifras típicas son:



Esta reacción de metano, también se forman gases combustibles.
 El producto final que sale del tanque de gasificación, es una mezcla de gases con una composición volumétrica típica indicada en el tabla 6.2.

GAS	GAS DE LEÑA (base seca)	GAS DE CARBÓN VEGETAL (base seca)
%	%	%
Nitrógeno	20 - 24	60 - 63
Monóxido de carbono	20 - 22	22 - 23
Dióxido de carbono	9 - 11	3 - 7
Hidrógeno	12 - 15	4 - 14
Metano	2 - 3	-
Contenido Calórico	2 500 KJ/m ³	4 100 KJ/m ³

Tabla 6.2. Composición promedio del gas proveniente de la pirólisis del carbón vegetal.

Otras cifras típicas son:

- 1 kg de madera (humedad 15%) con 1.1 m³ aire rinde 2.4 m³ de gas.
- 1 kg de carbón vegetal (humedad 10%) con 3.8 m³ de aire rinde 5 m³ de gas.
- La producción de 1 kWh de energía eléctrica requiere 1.2 - 1.5 kg de madera o de carbón vegetal.

Este "gas pobre" puede servir como combustible para motores de combustión interna. Para motores tipo "Otto" el gas se mezcla con aproximadamente la misma cantidad de aire antes de entrar en el motor, y esta mezcla es encendida por la bujía.

Los motores tipo "Diesel" no tienen bujía para encender el combustible. En este caso, se necesita todavía una cierta cantidad de diesel para el encendido de la mezcla combustible.

Construcción y operación del gasificador JARROY

Los aspectos siguientes intentan poner a disposición información y datos de referencia que se necesitan para comprender el funcionamiento de un gasificador típico, para operarlo y también para poder controlar el funcionamiento de la planta.

1 kg de madera (humedad 15%) con
 1.1 m³ aire rinde 2.4 m³ de gas.
 1 kg de carbón vegetal (humedad
 10%) con 2.8 m³ de aire rinde 2 m³
 de gas.
 La producción de 1 kWh de energía
 eléctrica requiere 1.2 - 1.5 kg de
 madera o de carbón vegetal.

Este "gas pobre" puede servir como
 combustible para motores de combustión
 interna. Para motores tipo "Otto" el gas
 se mezcla con aproximadamente la misma
 cantidad de aire antes de entrar en el
 motor. y esta mezcla es encendida por la
 bujía.

Los motores tipo "Diesel" no tienen bujía
 para encender el combustible. En este
 caso, se necesita todavía una cierta
 cantidad de diesel para el encendido de
 la mezcla combustible.

Construcción y operación del gasificador JARROY

Los aspectos siguientes intentan poner a
 disposición información y datos de
 referencia que se necesitan para
 comprender el funcionamiento de un
 gasificador típico, para operar y
 también para poder controlar el
 funcionamiento de la planta.

Construcción y funcionamiento del gasificador

En la fig. 6.2 se muestra el tanque
 principal del gasificador JARROY, el
 esquema de los componentes de la planta y
 los demás detalles de la construcción.

Este gasificador está construido
 solamente para el consumo de carbón
 vegetal, es decir, no se permite el uso
 de otras biomásas como madera, cáscaras
 de coco, tuzas de maíz etc., que forman
 alquitranes durante el proceso de
 pirólisis.

El uso de carbón vegetal como combustible
 representa una pérdida considerable de
 energía que se pierde en el proceso de
 carbonización. La gran ventaja del carbón
 vegetal consiste en que no se forman
 gases de pirólisis en el proceso de
 gasificación. En el uso práctico de un
 gasificador es muy difícil mantener una
 operación donde estos gases de pirólisis
 sean descompuestos satisfactoriamente en
 las zonas de combustión y reducción. El
 gas tiene que ser filtrado de los
 residuos de alquitranes en el sistema de
 purificación del gas. La purificación de
 un gas de carbón vegetal, que sólo
 contiene cenizas y polvo de carbón, es
 mucho más fácil.

Construcción y funcionamiento del gasificador

En la fig. 6.2 se muestra el esquema principal del gasificador JARROY. El sistema de los componentes de la planta y los demás detalles de la construcción.

Este gasificador está construido solamente para el consumo de carbón vegetal, es decir, no se permite el uso de otras biomasa como madera, cáscaras de coco, tizas de maíz etc. que forman alquitranes durante el proceso de pirólisis.

El uso de carbón vegetal como combustible representa una pérdida considerable de energía que se pierde en el proceso de carbonización. La gran ventaja del carbón vegetal consiste en que no se forman gases de pirólisis en el proceso de gasificación. En el uso práctico de un gasificador es muy difícil mantener una operación donde estos gases de pirólisis sean descompuestos satisfactoriamente en las zonas de combustión y reducción. El gas tiene que ser filtrado de los residuos de alquitranes en el sistema de purificación del gas. La purificación de un gas de carbón vegetal que sólo contiene cenizas y polvo de carbón, es mucho más fácil.

Se trata de un gasificador de flujo descendente con tobera central. Las dimensiones críticas que definen el rango de potencia de la planta, están representadas por el diámetro del cilindro interno (hecho de cemento refractario) y su soporte (un anillo de acero inoxidable). También la distancia entre el punto de entrada del aire (la apertura de la tobera central) y la parrilla que forma el soporte para la carga del combustible, es una dimensión crítica. Cuando el gasificador está en marcha, la carga de carbón entre la entrada de aire y la parrilla está incandescente y de color amarillo, produciendo temperaturas entre 1200 (en la apertura del tubo) y 850 grados centígrados (cerca de la parrilla). Esta temperatura es el resultado de la oxidación del carbono con el aire en la zona de oxidación debajo del tubo. Las temperaturas altas son indispensables para la reducción efectiva del dióxido de carbono y la formación de monóxido de carbono e hidrógeno, que se realiza en la zona de reducción (esta zona está formada por la parte superior del carbón incandescente sobre la parrilla). El material refractario del cilindro interno y el carbón alojado entre la pared externa de dicho cilindro y la

Se trata de un gasificador de tipo descendente con tobera central. Las dimensiones críticas que definen el rango de potencia de las plantas están representadas por el diagrama del cilindro interno (hecho de cemento refractario) y su soporte (un anillo de acero inoxidable). También la distancia entre el punto de entrada del aire (la apertura de la tobera central) y la parrilla que forma el soporte para la carga del combustible, es una dimensión crítica. Cuando el gasificador está en marcha, la carga de carbón entre la entrada de aire y la parrilla está incandescente y de color amarillo, produciendo temperaturas entre 1200 (en apertura del tubo) y 1800 (grados centígrados) (cerca de la parrilla). Esta temperatura es el resultado de la oxidación del carbón con el aire en la zona de oxidación de la tobera. Las temperaturas altas son indispensables para la reducción efectiva del dióxido de carbono y la formación de monóxido de carbono e hidrógeno, que se realiza en la zona de reducción (esta zona está formada por la parte superior del carbón incandescente sobre la parrilla).

El material refractario del cilindro interno y el carbón aislado entre la parte superior de dicho cilindro y la

pared metálica del tanque principal, sirven como aisladores térmicos para mantener las altas temperaturas necesarias para las reacciones químicas.

También la tobera central tiene que ser resistente a las altas temperaturas. Por eso, este tubo consistía originalmente de un material cerámico. En la práctica, éste tubo resultó ser demasiado frágil, rompiéndose en conjunto con todos los tubos de reserva. En reemplazo se instaló un tubo de hierro gris (diámetro interno 19 mm), que es fácil de reemplazar en el caso de desgaste.

Aspirado por el motor, el gas sale del tanque principal a través de la caja de cenizas y pasa por un tanque de condensaciones, donde las partículas gruesas son separadas por gravitación y donde el vapor se condensa. El gas enfriado entra en la caja de filtro. Esta caja contiene bolsas de purificación, hechas de tela, con una superficie total de 0.75 m². El gas purificado es mezclado con aire para obtener una mezcla inflamable y luego entra en el motor.

En los primeros minutos después del encendido del gasificador, se deja salir el gas por la chimenea, para no ensuciar el filtro. En éste caso, la tapa de la chimenea se abre, y se cierra la válvula

pared metálica del tanque principal, sirven como aisladores térmicos para mantener las altas temperaturas necesarias para las reacciones químicas.

También la tobera central tiene que ser resistente a las altas temperaturas. Por eso, este tubo consistió originalmente de un material cerámico. En la práctica, este tubo resultó ser demasiado frágil rompiéndose en contacto con todos los tubos de reserva. En reemplazo se instaló un tubo de hierro gris (diámetro interno 19 mm), que es fácil de reemplazar en el caso de desgaste.

Aspirado por el motor, el gas sale del tanque principal a través de la caja de ventosas y pasa por un tanque de condensaciones, donde las partículas gruesas son separadas por gravitación y donde el vapor se condensa. El gas entrado entra en la caja de filtro. Esta caja contiene bolsas de purificación hechas de tela con una superficie total de 0.75 m². El gas purificado es mezclada con aire para obtener una mezcla inflamable y luego entra en el motor.

En los primeros minutos después del encendido del gasificador, se deja salir el gas por la chimenea, para no ensuciar el filtro. En este caso, la tapa de la chimenea se abre, y se cierra la válvula

mezcladora.

Puesta en marcha del gasificador

Antes de empezar la operación de la planta, se debe preparar el carbón.

Para conseguir un tamaño de 1 a 4 cm de los pedazos de carbón, se le rompe con un martillo y se selecciona a través de una caja con mallas adecuadas.

Para secar el carbón (que está extremadamente húmedo por las condiciones de la zona) se usa una caneca de 15 galones, echando brasa en el fondo, llenando con el carbón y esperando aproximadamente media hora, hasta cuando no salga más vapor de agua.

Con el carbón preparado, se arranca el gasificador con el método siguiente:

Sacar el carbón usado hasta el nivel del cilindro interno y encender el carbón debajo del tubo de aire (con un pádelo o un mechero) y cerrar la válvula de mezcla.

Injectar el aire por medio del ventilador o fuelles hasta que el carbon esté bien encendido (color amarillo, a través de toda la apertura del cilindro interno).

mezclados.

Puesta en marcha del gasificador

Antes de empezar la operación de la planta, se debe preparar el carbón. Para conseguir un tamaño de 1 a 4 cm de los pedazos de carbón, se le rompe con un martillo y se selecciona a través de una caza con mallas adecuadas.

Para secar el carbón (que está extremadamente húmedo por las condiciones de la zona) se usa una caneca de 15 galones, echando prasa en el fondo. llenando con carbón. Y esperando aproximadamente media hora, hasta cuando no sale más vapor.

Con el carbón preparado, se arranca el gasificador con el método siguiente:

Sacar el carbón usado hasta el nivel del cilindro interno y encender el carbón debajo del tubo de aire (con un pedazo con prasa).

inyectar el aire por medio del ventilador o fuelles hasta que el carbón esté bien encendido (color amarillo, a través de toda la apertura del cilindro interno).

Echar el carbón preparado, aproximadamente 7 kg (15 libras), cerrar la tapa, mantener un buen flujo de aire con el ventilador o con los fuelles. En esta fase de arranque del gasificador se recomienda abrir la tapa de la chimenea y cerrar la válvula de mezcla, para que el gas, que está sucio y húmedo en esta fase, salga por la chimenea y no pase por el filtro.

Normalmente, después de 5 minutos se puede encender el gas. Si la llama que sale por la chimenea es azul o transparente, significa que el gas está muy bueno. Si la llama es amarilla, el carbón contiene alquitrán; un cono blanco en el centro de la llama significa que el gas contiene vapor de agua.

Cerrar la tapa de la chimenea y abrir la válvula de mezcla, efectuando la misma prueba con el gas. Este debe encenderse rápidamente con un sonido similar al de una soldadura autógena. Cuando hay una fuerte salida de gas se apaga la llama, cerrando un momento la válvula de mezcla, y luego se regula la mezcla: la válvula debe estar medio abierta y la válvula principal casi abierta.

Controlar que el aire primario pueda entrar en el gasificador (si se han usado los fuelles, hay que sacar la manguera).

Echar el carbón preparado, aproximadamente 7 kg (15 libras), cerrar la tapa, mantener un buen flujo de aire con el ventilador o con los fuelles. En esta fase de arranque del gasificador se recomienda abrir la tapa de la chimenea y cerrar la válvula de mezcla, para que el gas, que está sucio y húmedo, en esta fase, salga por la chimenea y no pase por el filtro.

Normalmente, después de 2 minutos se puede encender el gas. Si la llama que sale por la chimenea es amarilla y transparente, significa que el gas está muy bueno. Si la llama es amarilla, el carbón contiene alquitran; un color blanco en el centro de la llama significa que el gas contiene vapor de agua.

Cerrar la tapa de la chimenea y abrir la válvula de mezcla, efectuando la misma prueba con el gas. Este debe encenderse rápidamente con un sonido similar al de una soldadura automática. Cuando hay una fuerte salida de gas se apaga la llama, cerrando un momento la válvula de mezcla, y luego se repite la mezcla la válvula debe estar medio abierta y la válvula principal casi abierta. Controlar que el aire primario quede entrar en el gasificador (se han usado los fuelles, hay que sacar la manopla).

Arrancar el motor (no usar ventilador o fuelles durante el arranque). Cuando el motor empieza a girar, buscar el punto óptimo con la válvula de mezcla (esta regulación es muy sensible). Regular el régimen del motor.

Conectar la carga eléctrica (la carga máxima es de 2.4 - 3.0 kW) y regular de nuevo el régimen, a veces hay que controlar también la mezcla de aire nuevamente.

Después de dos horas de operación hay que introducir más carbón, abriendo la tapa del gasificador con cuidado pues a veces sale una llama muy fuerte (como una explosión). Echar el carbón y cerrar la tapa sin perder mucho tiempo para que el motor no se apague.

A plena carga, el gasificador consume entre 2.8 y 3.5 kg de carbón por hora. El consumo variado es evidentemente causado por las diferencias en la calidad del carbón. Especialmente un alto contenido de humedad en el carbón aumenta el consumo, en concordancia, disminuye la potencia.

Mantenimiento de la planta

Cada semana hay que sacar la ceniza de

Arrancar el motor (no usar ventilador o fuelles durante el arranque). Cuando el motor empieza a girar, bucar el punto óptimo con la válvula de mezcla (esta regulación es muy sensible). Regular el régimen del motor.

Conectar la carga eléctrica (la carga máxima es de 2.4 - 3.0 KW) y regular de nuevo el régimen, a veces hay que controlar también la mezcla de aire nuevamente.

Después de dos horas de operación hay que introducir más carbón, abriendo la tapa del gasificador con cuidado pues a veces sale una llama muy fuerte (como una explosión). Echar el carbón y cerrar la tapa sin perder mucho tiempo para que el motor no se apague.

A plena carga, el gasificador consume entre 2.8 y 3.5 kg de carbón por hora. El consumo variado es evidentemente causado por las diferencias en la calidad del carbón. Especialmente un alto contenido de humedad en el carbón aumenta el consumo, en concordancia, disminuye la potencia.

Mantenimiento de la planta

Cada semana hay que sacar la ceniza de

gasificación (al fondo del gasificador), esta caja normalmente contiene no sólo ceniza sino también una cantidad de carbón fino.

Aproximadamente cada 20 horas de operación hay que controlar las bolsas del filtro principal, éstas no deben tener huecos. Si las bolsas tienen sólo una contaminación de polvo seco, agitando las bolsas es suficiente para limpiarlas. Si la contaminación está húmeda y pegajosa, se deben lavar cuidadosamente con agua.

Cada 25 horas de operación hay que cambiar el aceite del motor. Esto es importante, pues el aceite sucio contiene partículas finas de carbón, que arañan las paredes del cilindro del motor.

Durante la operación se pueden presentar una serie de fallas y problemas técnicos que deben resolverse a tiempo. La tabla 6.3 demuestra las fallas principales, sus causas y soluciones.

La mayoría de las molestias se deben principalmente a dos causas:
- Demora del arranque debido a la mala calidad del carbón
- Suciedad de los filtros o de la tubería.

gasificación (el fondo del gasificador), esta caja normalmente contiene no sólo cenizas sino también una cantidad de carbón fino.

Aproximadamente cada 20 horas de operación hay que controlar las bolsas del filtro principal, éstas no deben tener huecos. Si las bolsas tienen sólo una contaminación de polvo seco, quitando las bolsas es suficiente para limpiarlas. Si la contaminación está húmeda y pegajosa, se deben lavar cuidadosamente con agua.

Cada 25 horas de operación hay que cambiar el aceite del motor. Esto es importante, pues el aceite sucio contiene partículas finas de carbón que arrastran las paredes del cilindro del motor.

Durante la operación se pueden presentar una serie de fallas y problemas técnicos que deben resolverse a tiempo. La tabla 6.3 demuestra las fallas principales, sus causas y soluciones.

La mayoría de las molestias se deben principalmente a dos causas:

Demora del arranque debido a la mala calidad del carbón

Suciedad de los filtros o de la tubería.

Sintomas del daño / origen	Reparación
1) El gas no se enciende durante mucho tiempo: Mala calidad del carbón humedad	Ventilar con tapa Abierta para secar el carbón. Perforar la brasa con una barra. Buscar carbón de mejor calidad Secar el carbón.
2) A pesar de una ventilación fuerte hay poco gas y temperaturas bajas: Tubería tapada, filtros tapados.	Limpiar tubería y filtros, inspeccionar la entrada del motor. Controlar fuelles.
3) El gas es bueno, pero el motor no arranca: a) Mala chispa en el motor. b) El gas no entra en el motor. c) la tubería atrae aire	Controlar la bujía y el cable de encendido Controlar la entrada del motor. Buscar el hueco y cerrarlo
4) Las revoluciones del motor son irregulares y difíciles de controlar: La tubería atrae aire.	Buscar los huecos: En la tubería, en los tanques, en los empaques, en la soldadura

Tabla 6.3 Fallas y problemas técnicos presentados con mayor frecuencia en la operación del gasificador

La producción de biomasa no leñosa para ser usada como energético mediante la fermentación anaeróbica es reducida, pero esta tecnología puede convertirse en una solución al problema de contaminación y proliferación de enfermedades causadas por la exposición de escretas, desechos de mariscos y otros desperdicios orgánicos y como una alternativa de solución a las deficiencias de alcantarillado y sus problemas de operación que se pueden presentar por las constantes inundaciones a que está sometida la cabecera municipal.

Reparación	Síntomas del daño \ origen
Ventilar con tapa Abierta para secar el carbón. Perforar la brasa con una barra. Buscar carbón de ma- jor calidad. Secar el carbón. Limpiar tuberías y filtros, inspeccionar la entrada del motor. Controlar fuelles.	1) El gas no se enciende durante mucho tiempo. Mala calidad del carbón humedad
Controlar la bujía y el cable de encendido. Controlar la entrada del motor. Buscar el hueco y cerrarlo. Buscar los huecos. En la tubería, en las tapas, en los empques, en la soldadura	2) A pesar de una ventilación fuerte hay poco gas y temperaturas bajas. Tubería tapada. Filtro tapado.
Controlar la bujía y el cable de encendido. Controlar la entrada del motor. Buscar el hueco y cerrarlo. Buscar los huecos. En la tubería, en las tapas, en los empques, en la soldadura	3) El gas es bueno pero el motor no arranca. a) Mala chispa en el motor. b) El gas no entra en el motor. c) La tubería atrase aire
Controlar la bujía y el cable de encendido. Controlar la entrada del motor. Buscar el hueco y cerrarlo. Buscar los huecos. En la tubería, en las tapas, en los empques, en la soldadura	4) Las revoluciones del motor son irregulares y difíciles de controlar. La tubería atrase aire.

Tabla 6.2. Fallos y problemas técnicos presentados con mayor frecuencia en la operación del asficcador.

La producción de biomasa no leñosa para ser usada como energético mediante la fermentación anaeróbica es reducida, pero esta tecnología puede convertirse en una solución al problema de contaminación y proliferación de enfermedades causadas por la exposición de excretas, desechos de mariscos y otros desechos orgánicos y como una alternativa de solución a las deficiencias de alimentación y a sus problemas de operación que se pueden presentar por las constantes inundaciones a que está sometida la cabecera municipal.

6.3.2 Leña

La leña en la región se obtiene del bosque alledaño a las áreas habitadas, de los residuos de maderas arrastrados por ríos y abandonados en las playas y de los desperdicios de madera de los aserraderos. Por esta razón no existe una tala de árboles con el único propósito de extraer leña como energético para cocción o pequeña agroindustria.

La práctica más común de cocción se hace en el tradicional fogón de tres piedras o el soporte de troncos, tarros y otros objetos de desecho.

La eficiencia de éstos fogones es muy reducida, inferior al 7% y se agrava por la alta humedad que posee la leña. A pesar de estas dificultades se puede considerar que la obtención de leña en la zona no reviste problema y por el contrario se debe recomendar el uso de los desechos de madera en otras prácticas que demanden energía calorífica, para lo cual es conveniente masificar la producción de carbón vegetal, de tal forma que se pueda comercializar este energético y produciré básico de

6.3.3 Desechos agropecuarios Área de influencia de Pizarro

La zona del Bajo Baudó y en general el área de influencia de Pizarro no presenta características agropecuarias importantes, reduciéndose a algunos

6.2.2 Leña

La leña en la región se obtiene del bosque alado... a las áreas habitadas... y arrastrados por ríos y abandonados en las playas... de los desperdicios de madera de los serradores... Por esta razón no existe una tala de árboles con el único propósito de extraer leña como energético para cocción o pequeña agroindustria.

La práctica más común de cocción se hace en el tradicional fogón de tres piedras o el soporte de troncos, tarros y otros objetos de desecho.

La eficiencia de estos fogones es muy reducida... inferior al 7% y se atribuye por la alta humedad que posee la leña. A pesar de estas dificultades se puede considerar que la obtención de leña en la zona no reviste problema y por el contrario se debe recomendar el uso de los desechos de madera en otras prácticas que demanden energía calorífica para lo cual es conveniente mastigar la producción de carbón vegetal, de tal forma que se pueda comercializar este energético.

6.2.3 Desechos agropecuarios

La zona del Bajo Baudó y en general el área de influencia de Pizarro no presenta características agropecuarias importantes, reduciéndose a algunos

cultivos de pancoger, entre los cuales se destacan los siguientes.

COCOTEROS Llamados en la zona cocales, se producen a lo largo de la playa marítima pero sin ningún criterio de cultivo ni de explotación comercial. Existen alrededor de unas 30 hectáreas de cocoteros cuya producción es comercializada en una pequeña proporción, quedando en el terreno una buena parte de ella.

Como energético, el cocotero es importante por el alto poder calorífico de su casco y abundancia de fibra de la cubierta, pero actualmente en el área no se puede aprovechar por la dispersión del producto.

Se recomienda mejorar los niveles de explotación de este producto con fines de mercadeo y en este caso se puede pensar en la utilización de sus desechos como energético de uso local.

PLATANO es el cultivo más abundante del Alto y Bajo Baudó convirtiéndose en la base de alimentación de los habitantes de la región y producto básico de exportación hacia Buenaventura y otras áreas de la Costa.

Se estima que en el área de influencia de Pizarro existen unas 194 hectáreas manejadas sin ninguna tecnificación, este cultivo podría ser una alternativa de desarrollo si se implementara en el área una procesadora de harina de plátano y pescado.

Cultivos de papayer, entre los cuales se destacan los siguientes.

COCOTEROS Llamados en la zona local, se producen a lo largo de la zona marítima pero sin ningún criterio de cultivo ni de explotación comercial. Existen alrededor de unas 20 hectáreas de cocoteros cuya producción es comercializada en una pequeña proporción, quedando en el terreno una buena parte de ella.

Como energético, el cocotero es importante por el alto poder calorífico de su cascara y abundancia de fibra de las cubiertas, pero actualmente en el área no se puede aprovechar por la dispersión del producto.

Se recomienda matar los niveles de explotación de este producto con fines de mercados y en este caso se puede pensar en la utilización de sus desechos como energético de uso local.

PLÁTANO es el cultivo más abundante del Alto y Bajo Baudó convirtiéndose en la base de alimentación de los habitantes de la región y producto básico de exportación hacia Buenaventura y otras áreas de la Costa.

Se estima que en el área de influencia de Pizarro existen unas 194 hectáreas manejadas sin ninguna técnica, este cultivo podría ser una alternativa de desarrollo si se implementara en el área procesadora de harina de plátano y

Como energético de uso directo es poco aprovechado por el alto contenido de agua de sus tallos y hojas, convirtiéndose en un alimento importante para el ganado.

ARROZ Existen algunos cultivos de este producto que suman 100 hectáreas, la producción, secado, pilado es rudimentaria y satisface necesidades de alimentación del productor, sin quedar excedentes para la comercialización.

Los desechos, paja y cascarilla no se les da ningún uso energético, quedando en el terreno como abono, tampoco se ven perspectivas de desarrollo de este cultivo.

MAIZ Se cultivan alrededor de 66 hectáreas que satisfacen necesidades del productor sin haber excedentes para la comercialización, cabe destacar que la cultura del pueblo chocono no considera el maíz como producto básico de su alimentación.

La escasa producción no permite usar sus desechos como energético ya que generalmente el tallo es consumido por los animales y su tusa y amero son consideradas como basura.

YUCA El cultivo de yuca también es muy reducido, tan sólo once hectáreas. Sus desechos, tallos y tocones quedan en el terreno como abono o como alimento de animales. Las cortezas de la yuca es considerada como basurita en algunos casos como alimento de cerdos.

Como energético de uso directo es poco aprovechado por el alto contenido de agua de sus tallos y hojas, convirtiéndose en un alimento importante para el ganado.

ARROZ Existen algunos cultivos de este producto que suman 100 hectáreas. La producción, secada, pilada es rudimentaria y satisface necesidades de alimentación del productor, sin quedar excedentes para la comercialización.

Los desechos, paja y cascavilla no se les da ningún uso energético, quedando en el terreno como abono. Tampoco se ven perspectivas de desarrollo de este cultivo.

MAIZ Se cultivan alrededor de 60 hectáreas que satisfacen necesidades del productor sin haber excedentes para la comercialización, cabe destacar que la cultura del pueblo chocano no considera el maíz como producto básico de su alimentación.

La escasa producción no permite usar sus desechos como energético ya que generalmente el tallo es consumido por los animales y su paja y amato son consideradas como basuras.

YUCA El cultivo de yuca también es muy reducido, tan sólo once hectáreas. Sus desechos, tallos y focos quedan en el terreno como abono o como alimento de animales. Las cortezas de la yuca es considerada como basura o en algunos casos como alimento de cerdos.

6.3

CACAO Este producto se cultiva en unas ocho hectáreas y su producción es comercializada. El contenido de energía calorífica de sus desechos es reducido pero se puede pensar en usar la pulpa como materia para biodigestores, evitando la contaminación al ser arrojada a los ríos.

CHONTADURO Aunque el cultivo de la zona es reducido, solo seis hectáreas, el pueblo chocano, lo considera importante en su dieta alimenticia por sus propiedades afrodisiacas que culturalmente le han dado. Como energético, sus desechos son reducidos y de bajo poder calorífico.

CAÑA DE AZUCAR Las cuatro hectáreas cultivadas se localizan a las orillas de los ríos, generalmente satisfacen necesidades domésticas de guarapo o melaza y en algunos casos de panela. Los residuos, bagazo con alto contenido de azúcar es arrojado a los ríos y para la producción de miel o panela se utiliza leña. Se recomienda secar el bagazo para usarlo como energético o como alimento de animales.

6.3.4 Ganadería

La zona del Bajo Baudó y, en general, el área de Pizarro no presenta vocación ganadera tal como se puede apreciar en la tabla 3.12 y lo consignado en el numeral 3.5.2. Esto hace que la cantidad de desechos orgánicos de origen animal sea insignificante y, por tanto, su aprovechamiento energético descartable.

Esta producción es comercializada. El contenido de energía calorífica de sus desechos es reducido pero se puede pensar en usar la pulpa como materia para biodigestores, evitando la contaminación al ser arrojada a los ríos. Aunque el cultivo de la zona es reducido, solo seis hectáreas, el pueblo chocano, lo considera importante en su dieta alimenticia por sus propiedades afrodisíacas que culturalmente le han dado. Como energético, sus desechos son reducidos y de bajo poder calorífico.

Las cuatro hectáreas cultivadas se localizan a las orillas de los ríos, generalmente satisfacen necesidades domésticas de desayuno, melaza y en algunos casos de panes. Los residuos a pesar de esto contenido de azúcar es arrojado a los ríos y para la producción de miel o panes se utiliza leña. Se recomienda secar el papayo para usarlo como energético o como alimento de animales.

6.3.4 Ganadería

La zona del Bajo Baudó y, en general, el área de Pasto no presenta vocación ganadera tal como se puede apreciar en la tabla 6.12 y lo consignado en el numeral 3.2.5. Esto hace que la cantidad de desechos orgánicos de origen animal sea insignificante y por tanto su aprovechamiento energético despreciable.

6.4 Energía eólica

La energía eólica es la producida por la energía cinética de las masas de aire en movimiento, su densidad de potencia por unidad de área está relacionada con la velocidad, de acuerdo con la expresión:

$$P = 1/2 * \rho * V^3$$

, donde

P = Potencia por unidad de área, [Kw/m²]

ρ = densidad del aire [Kg/m³]

V = velocidad del viento [m/s]

Esta forma de energía ha sido considerada desde los tiempos más remotos y hoy con la crisis de los energéticos derivados del petróleo, se debe retomar su aplicación y para esto es preciso conocer muy bien su comportamiento en cada área.

La densidad del aire varía con algunos factores, pero principalmente con relación a la altitud sobre el nivel del mar, tal como se puede apreciar en la tabla 6.4

ALTITUD	DENSIDAD
m.s.n.m	Kg/m ³
0	1.2257
30	1.2198
100	1.2139
150	1.2081
200	1.2023
500	1.1615

Tabla 6.4 Variación de la densidad del aire en función de la altitud

6.4 Energía eólica

La energía eólica es la producida por la energía cinética de las masas de aire en movimiento, su densidad de potencia por unidad de área está relacionada con la velocidad de acuerdo con la expresión:

$$P = \frac{1}{2} \rho V^3$$

donde:

- P = Potencia por unidad de área, [Kw/m²]
- ρ = densidad del aire, [Kg/m³]
- V = velocidad del viento, [m/s]

Esta forma de energía ha sido considerada desde los tiempos más remotos y hoy con la crisis de los energéticos y derivadas del petróleo, se debe retomar su aplicación y para esto es preciso conocer muy bien su comportamiento en cada área.

La densidad del aire varía con algunos factores, pero principalmente con relación a la altitud sobre el nivel del mar, tal como se puede apreciar en la tabla 6.4

ALTITUD	DENSIDAD
m.s.n.m.	Kg/m ³
0	1.225
20	1.222
100	1.204
200	1.188
300	1.174
500	1.155
1000	1.119

Tabla 6.4. Variación de la densidad del aire en función de la altitud

La velocidad que es el parámetro más importante por afectar la potencia en una relación cúbica. Depende de múltiples factores como las condiciones climáticas, la topografía del terreno y de otros accidentes naturales y artificiales. Normalmente los aparatos de medida están colocados a 10 m de altura sobre el terreno y para hacer las correcciones y las transferencias a otras alturas se usa la ecuación

$$V = V_0 \left(\frac{h}{h_0} \right)^a$$

donde:

- V₀ - Es la velocidad medida a la altura h₀
- a - Es un exponente que depende de las características de rugosidad del terreno, velocidad del viento y condiciones atmosféricas y puede variar entre 0.09 y 0.3

Desde el punto de vista energético y de densidad de potencia los cambios en la velocidad y, en menor escala, la dirección del viento son muy importantes y se deben analizar cuidadosamente.

Los registros históricos de la zona se limitan a los datos de las estaciones de Buenaventura y Bahía Solano, las cuales poseen registros desde 1969.

El valor promedio multianual para Buenaventura es 3.3 m/s, el valor máximo registrado es 11.7 m/s, mientras que para Bahía Solano la velocidad media es de 0.96 m/s y la máxima registrada de 7.1 m/s. Ver tabla 6.5 y la figura 6.3.

La velocidad que es el parámetro más importante por afectar la potencia en una relación cúbica. Depende de múltiples factores como las condiciones climáticas, la topografía del terreno y de otros accidentes naturales y artificiales. Normalmente los aparatos de medida están colocados a 10 m de altura sobre el terreno y para hacer las correcciones y las transferencias a otras alturas se usa la ecuación

$$V = V_0 \left(\frac{h}{h_0} \right)^{0.2}$$

Es la velocidad medida a la altura h_0 .
 Es un exponente que depende de las características de rugosidad del terreno, velocidad del viento y condiciones atmosféricas y puede variar entre 0.09 y 0.2.

Desde el punto de vista energético y de densidad de potencia los cambios en la velocidad y en menor escala la dirección del viento son muy importantes y se deben analizar cuidadosamente.

Los registros históricos de la zona se limitan a los datos de las estaciones de Buenaventura y Bahía Solano, las cuales poseen registros desde 1969.

El valor promedio multianual para Buenaventura es 3.3 m/s, el valor máximo registrado es 11.7 m/s, mientras que para Bahía Solano la velocidad media es de 0.97 m/s y la máxima registrada de 7.1 m/s. Ver tabla 6.5 y la figura 6.3.

MES	BUENAVENTURA			BAHIA SOLANO		
	Vmed	Vmáx	Vmín	Vmed	Vmáx	Vmín
	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
ENE.	4.23	8.9	1.3	0.93	3.0	0.1
FEB.	3.97	11.7	1.5	1.60	7.1	0.0
MAR.	3.80	10.4	1.7	1.03	4.0	0.1
ABR.	3.76	8.6	1.5	0.86	3.6	0.0
MAY.	2.90	7.0	0.0	0.90	4.0	0.0
JUN.	2.96	6.6	1.3	0.83	3.5	0.0
JUL.	3.40	7.7	1.0	0.90	4.4	0.1
AGO.	3.30	6.7	1.0	0.86	3.8	0.0
SEP.	2.63	5.1	1.3	0.97	3.7	0.0
OCT.	3.13	6.4	1.1	1.00	4.0	0.1
NOV.	3.0	5.8	1.0	0.83	2.4	0.1
DIC.	3.2	7.9	0.6	0.97	4.1	0.2
PROMEDIO MULTIANUAL	3.36	11.7	0.0	0.97	7.1	0.0

Tabla 6.5 Valores promedio multianuales de vientos para los siguientes periodos:
 1) Estación Colpuertos de 1969 a 1977. HIMAT
 2) Estación Panamericana de 1964 a 1984. HIMAT

Pizarro se aproxima más a las características de Buenaventura, sin embargo los vientos alcanzan el mismo embalaje debido a que la Serranía del Baudó y, concretamente, el Cabo Corrientes ejerce un efecto disipador sobre la región.

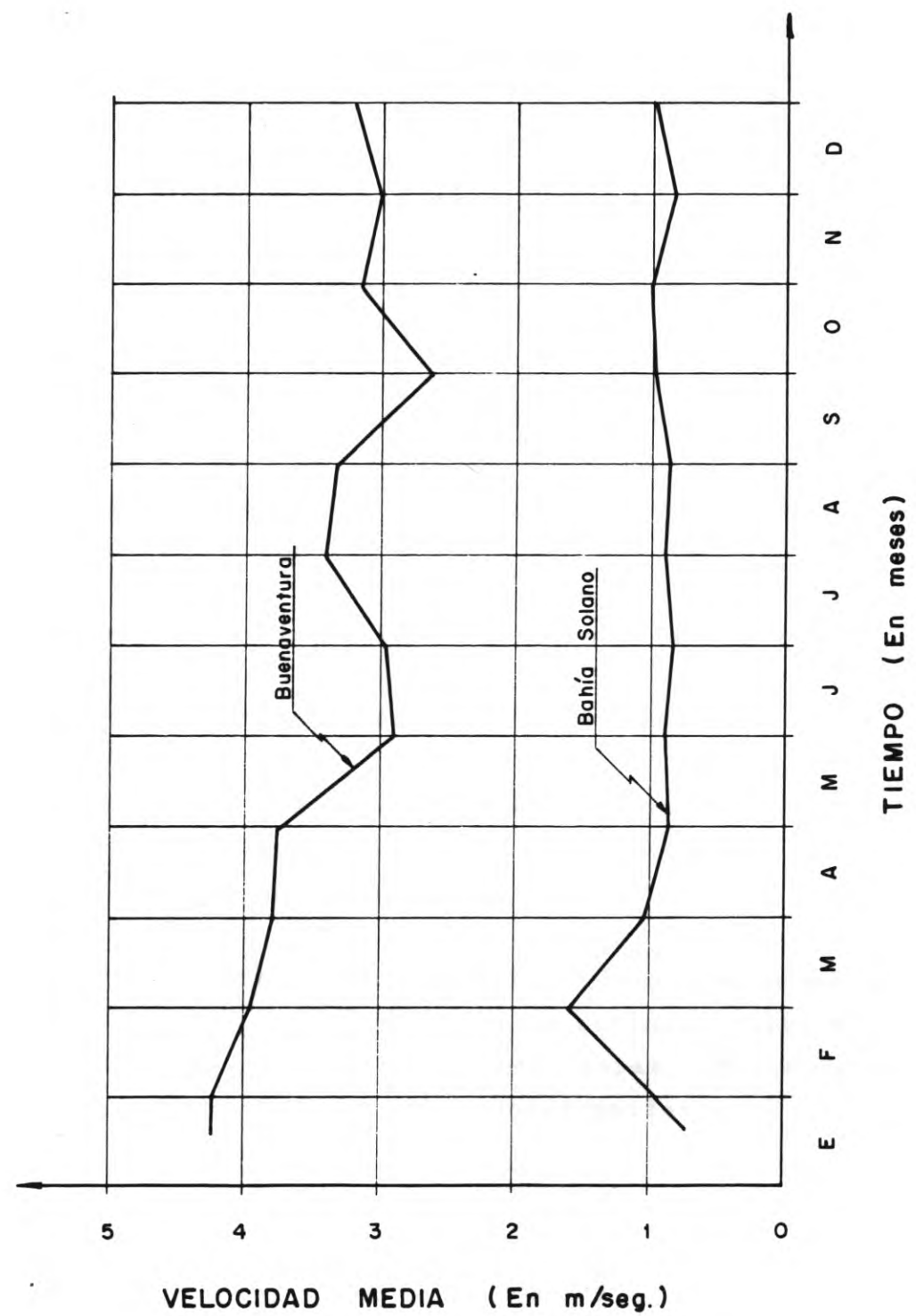
Por lo tanto se estima una velocidad media del viento no superior a los 2.8 m/s. Esta situación hace poco probable

MES	BUENAVENTURA			BAHIA SOLANO		
	Vmed m/s	Vmáx m/s	Vmin m/s	Vmed m/s	Vmáx m/s	Vmin m/s
ENE.	4.23	8.9	1.3	0.93	3.0	0.1
FEB.	3.97	11.7	1.5	1.60	7.1	0.0
MAR.	3.80	10.4	1.7	1.03	4.0	0.1
ABR.	3.76	8.6	1.5	0.86	2.6	0.0
MAY.	3.90	7.0	0.0	0.90	4.0	0.0
JUN.	3.96	6.6	1.3	0.83	3.5	0.0
JUL.	3.40	7.7	1.0	0.90	4.4	0.1
AGO.	3.20	6.7	1.0	0.86	3.8	0.0
SEP.	3.63	8.1	1.3	0.97	3.7	0.0
OCT.	3.13	6.4	1.1	1.00	4.0	0.1
NOV.	3.0	5.8	1.0	0.83	3.4	0.1
DIC.	3.2	7.9	0.6	0.97	4.1	0.2
PROMEDIO MULTIANUAL	3.36	11.7	0.0	0.97	7.1	0.0

Tabla 6.2
 Valores promedio multianuales de vientos
 para los siguientes periodos:
 1) Estación Coluvertos de 1969 a 1977.
 HIMAT
 2) Estación Panamericana de 1964 a 1984.
 HIMAT

Pizarro se aproxima más a las características de
 Buenaventura, sin embargo los vientos alcanzan el mismo
 empuje debido a que la Berranía del Budo v.
 concretamente, el Cabo Corrientes ejerce un efecto
 distribuidor sobre la región.

Por lo tanto se estima una velocidad media del viento no
 superior a los 3.5 m/s. Esta situación hace poco probable





el uso de la energía eólica como alternativa energética, más aún cuando las velocidades de arranque de los aerogeneradores están por encima de los 3 m/s y su régimen de trabajo por encima de los 8 m/s. Por esta razón el estudio no profundizará sobre este recurso, limitándose a mostrar algunos aspectos que se deben tener en cuenta en un análisis del potencial eólico en otros lugares con mayores perspectivas que la zona de Pizarro.

Para definir el potencial eólico en una localidad es preciso recolectar toda la información disponible sobre vientos en el área y determinar sus características en un período determinado.

La potencia teórica está definida por la expresión $P = kAV^3$, donde: P = potencia teórica, k = coeficiente que depende de la densidad del aire y de la eficiencia del equipo conversor, A = área barrida por las aspas, V = velocidad del viento.

En un aeromotor, teóricamente la máxima potencia que se puede extraer es el 59.3% de la potencia total atravesada por el área barrida por las aspas. Por esta razón la potencia aprovechable por un aeromotor está definida por la expresión:

$P = 0.593 kAV^3$ para el caso de Baria Solano.

Por las características aleatorias de los vientos, para determinar su energía y potencia media, se debe recurrir al análisis estadístico, agrupando las velocidades en intervalos definidos por rangos, el número de datos en

el uso de la energía eólica como alternativa energética. más aún cuando las velocidades de arranque de los aerogeneradores están por encima de los 2 m/s y su régimen de trabajo por encima de los 8 m/s. Por esta razón el estudio no profundizará sobre este recurso, limitándose a mostrar algunos aspectos que se deben tener en cuenta en un análisis del potencial eólico en otros lugares con mayores perspectivas que la zona de Pizarro.

Para definir el potencial eólico en una localidad es preciso recopilar toda la información disponible sobre vientos en el área y determinar sus características en un período determinado.

La potencia teórica está definida por la expresión

$$P = KAV^3 \quad \text{donde:}$$

K - Coeficiente que depende de la densidad del aire y de la eficiencia del equipo convertidor.

En un aeromotor, teóricamente la máxima potencia que se puede extraer es el 59.3% de la potencia total atravesada por el área barrida por las aspas. Por esta razón la potencia aprovechable por un aeromotor está definida por la expresión:

$$P = 0.593 KAV^3$$

Por las características aleatorias de los vientos, para determinar su energía y potencia media, se debe recurrir al análisis estadístico agrupando las velocidades en intervalos del viento por rangos. El número de datos en

cada intervalo nos define la velocidad predominante y el tiempo de duración v_i de esta forma, podemos definir la energía total como

$$E = \text{SUMATORIA}(P_i \times t_i) \quad \text{donde:}$$

i - Intervalo de velocidad de viento que corresponde a una potencia P_i y una duración t_i .

La potencia media durante un período T, se definiría por la expresión:

$$P = E/T$$

Para realizar este análisis es fundamental elaborar las curvas de frecuencia, las curvas de duración de velocidad y las curvas de duración de potencia.

Curvas de frecuencia de velocidad

Los datos consignados en los registros se ordenan en orden de magnitud y se establecen rangos (intervalos de frecuencia). el número de datos que entren en cada intervalo nos permite deducir cuales son las velocidades predominantes.

Al graficar estos datos se obtiene una curva como la mostrada en la figura 6.4 para el caso de Bahía Solano.

Curvas de duración de velocidad

Las curvas de duración de velocidad se elaboran a partir de los datos de los registros de velocidad de viento.

Cada intervalo nos define la velocidad predominante y al tiempo de duración v. de esta forma, podemos definir la energía total como

$$E = \sum_{i=1}^n P_i \cdot t_i$$

Intervalo de velocidad de viento que corresponde a una potencia P_i y una duración t_i .

La potencia media durante un periodo T , se define por la expresión:

$$P = E/T$$

Para realizar este análisis es fundamental elaborar las curvas de frecuencia, las curvas de duración de velocidad y las curvas de duración de potencia.

Curvas de frecuencia de velocidad

Los datos consignados en los registros se ordenan en orden de magnitud y se establecen rangos (intervalos) de frecuencia, el número de datos que entran en cada intervalo nos permite deducir cuales son las velocidades predominantes.

Al graficar estos datos se obtiene una curva como la mostrada en la figura 6.4 para el caso de Bahía Solano.

Curvas de duración de velocidad

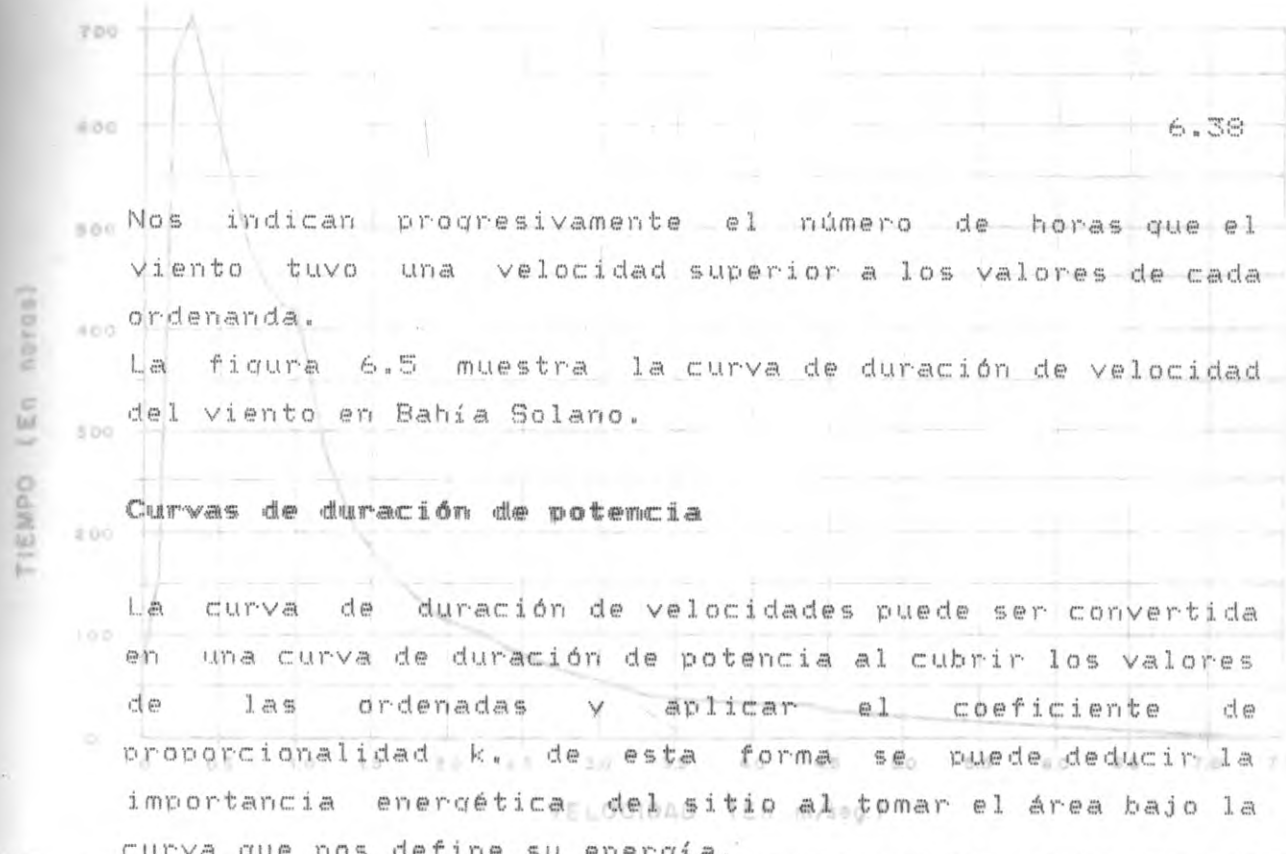


FIG. 6.4. CURVA DE FRECUENCIA DE LA VELOCIDAD EN BAHIA SOLANO

Nos indican progresivamente el número de horas que el viento tuvo una velocidad superior a los valores de cada ordenada.

La figura 6.5 muestra la curva de duración de velocidad del viento en Bahía Solano.

Curvas de duración de potencia

La curva de duración de velocidades puede ser convertida en una curva de duración de potencia al cubrir los valores de las ordenadas y aplicar el coeficiente de proporcionalidad, k , de esta forma se puede deducir la importancia energética del sitio al tomar el área bajo la curva que nos define su energía.

De las gráficas se puede deducir que la velocidad del viento predominante en la zona está entre los 0.3 a 0.9 m/s, siendo esta última la velocidad media multianual, cifra muy baja para aprovecharla como fuente de energía.

Esto ratifica, que el recurso eólico como solución a problemas energéticos es descartable y solo puede usarse para bombeo de agua, pero ese no es el problema predominante de la región dado que el acueducto es operado por gravedad y las deficiencias de este son suplidas por la recolección y acumulación de aguas lluvias.

6.5 Energía Solar

La energía proveniente del sol en forma de ondas electromagnéticas, es la base de toda forma energética

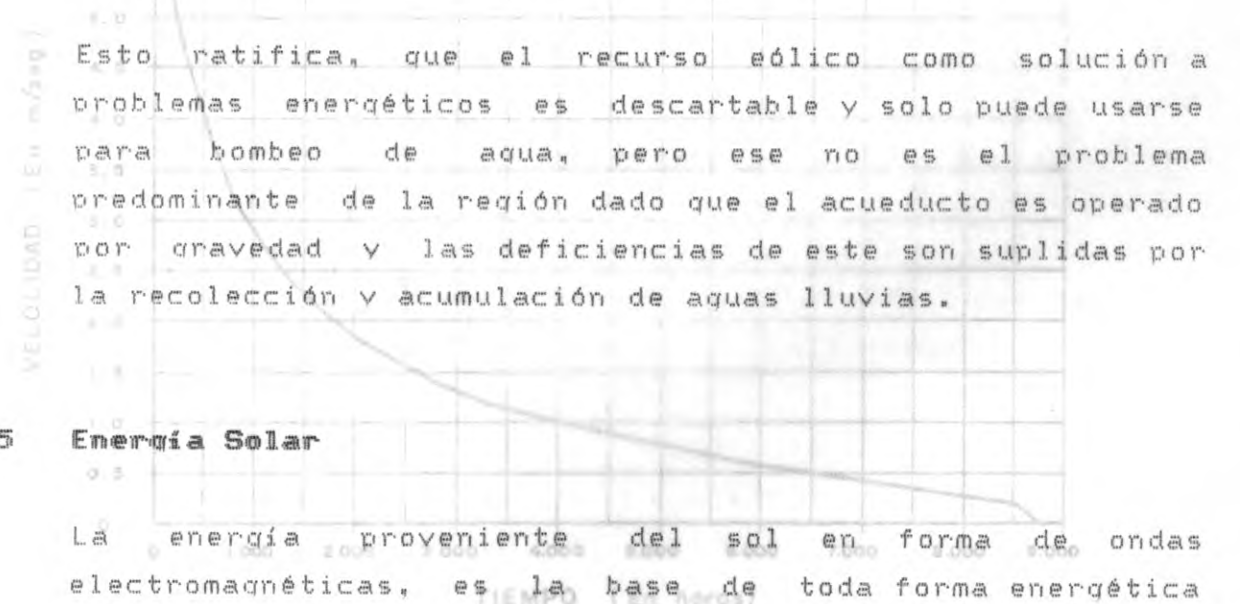


FIG 6.5. CURVA DE DURACION DE LA VELOCIDAD EN BAHIA SOLANO

ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO Y ENERGÉTICO DE PIZARRO	ELABORO		FIGURAS 6.4 y 6.5
	DIBUJO		
	FECHA - Diciembre 1989		

Los indican progresivamente el número de horas que el viento tuvo una velocidad superior a los valores de cada ordenada. La figura 6.2 muestra la curva de duración de velocidad del viento en Bahía Solano.

Curvas de duración de potencia

La curva de duración de velocidades puede ser convertida en una curva de duración de potencia al cubrir los valores de las ordenadas y aplicar el coeficiente de proporcionalidad K_p de esta forma se puede deducir la importancia energética del sitio al tomar el área bajo la curva que nos define su energía.

De las gráficas se puede deducir que la velocidad del viento predominante en la zona está entre los 0.3 a 0.9 m/s, siendo esta última la velocidad media multianual. cifra muy baja para aprovecharla como fuente de energía.

Esto patético, que el recurso eólico como solución a problemas energéticos es descartable y solo puede usarse para bombas de agua, pero ese no es el problema predominante de la región dado que el acueducto es operado por gravedad y las deficiencias de este son suplidas por la recolección y acumulación de aguas lluvias.

Energía Solar

La energía proveniente del sol en forma de ondas electromagnéticas, es la base de toda forma energética

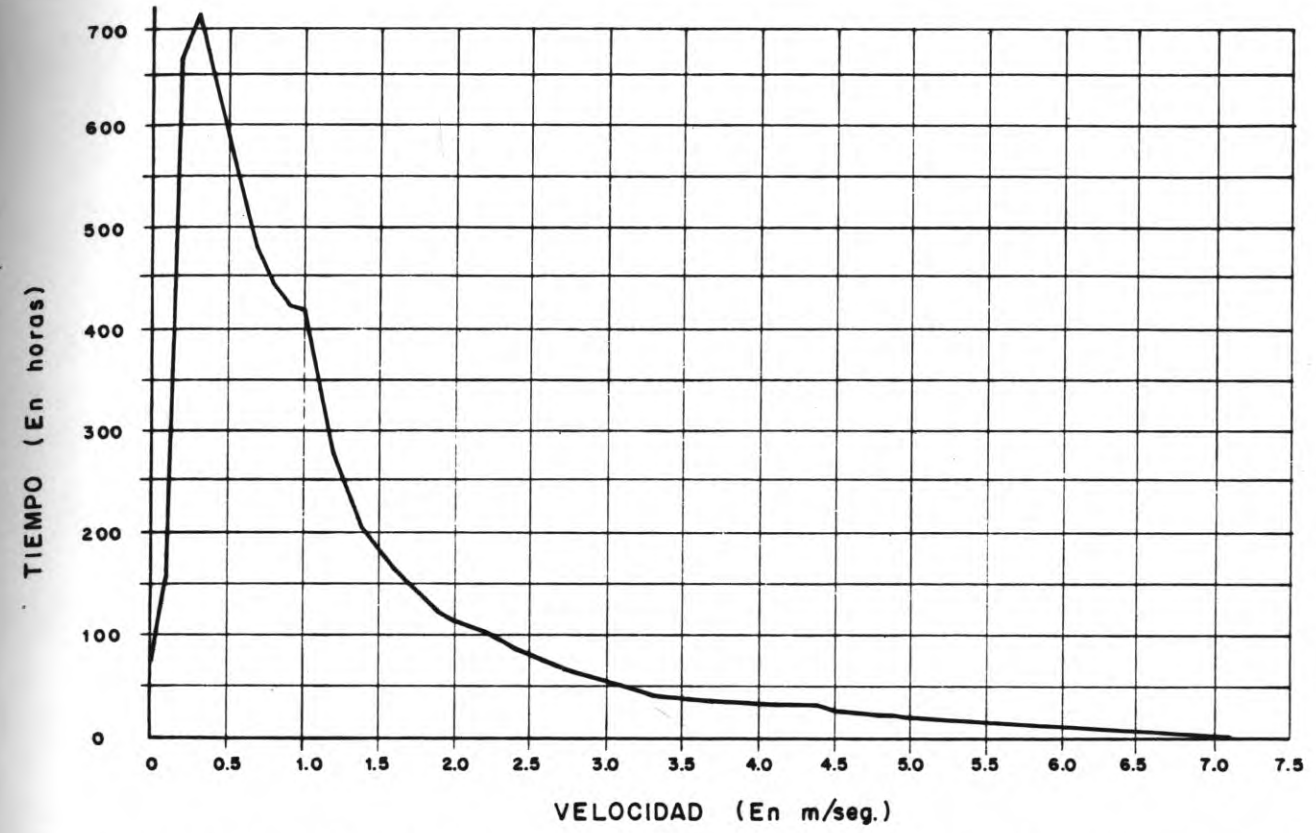


FIG. 6.4. CURVA DE FRECUENCIA DE LA VELOCIDAD EN BAHIA SOLANO

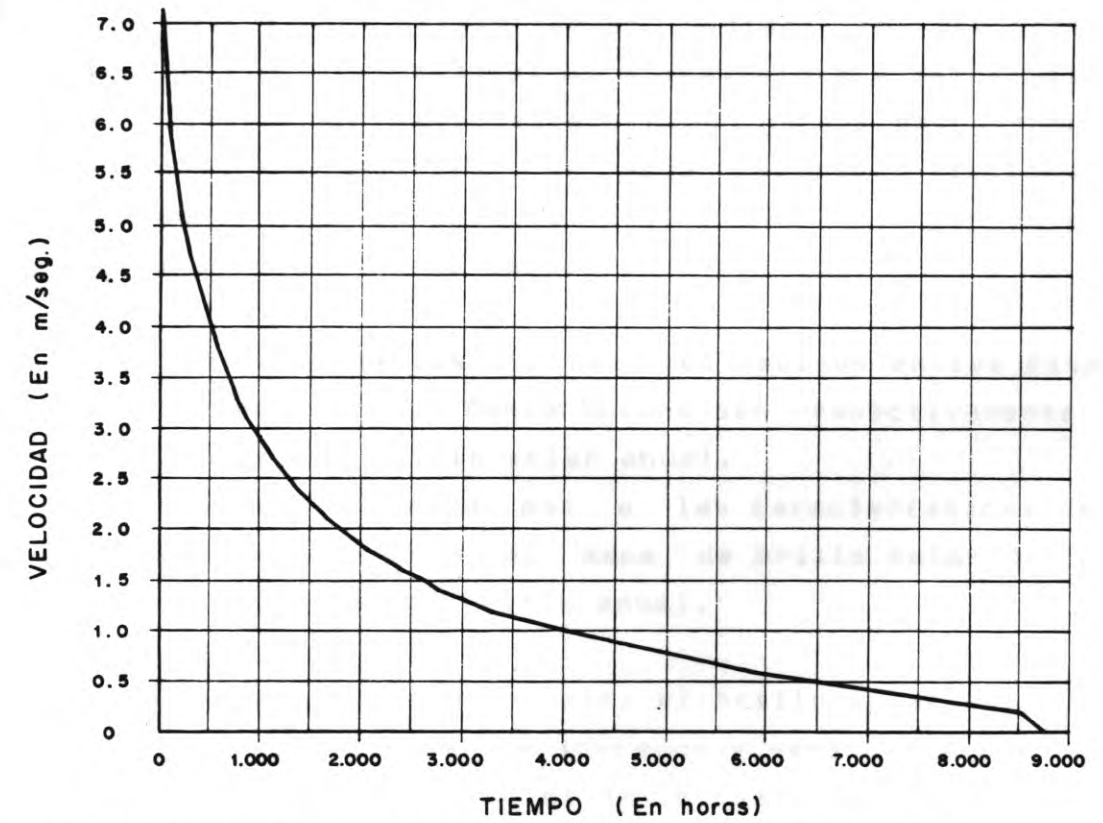


FIG. 6.5. CURVA DE DURACION DE LA VELOCIDAD EN BAHIA SOLANO

ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO	ELABORO :	FIGURAS 6.4 y 6.5
	DIBUJO : B.J.Z.	
	FECHA : Diciembre 1.989	

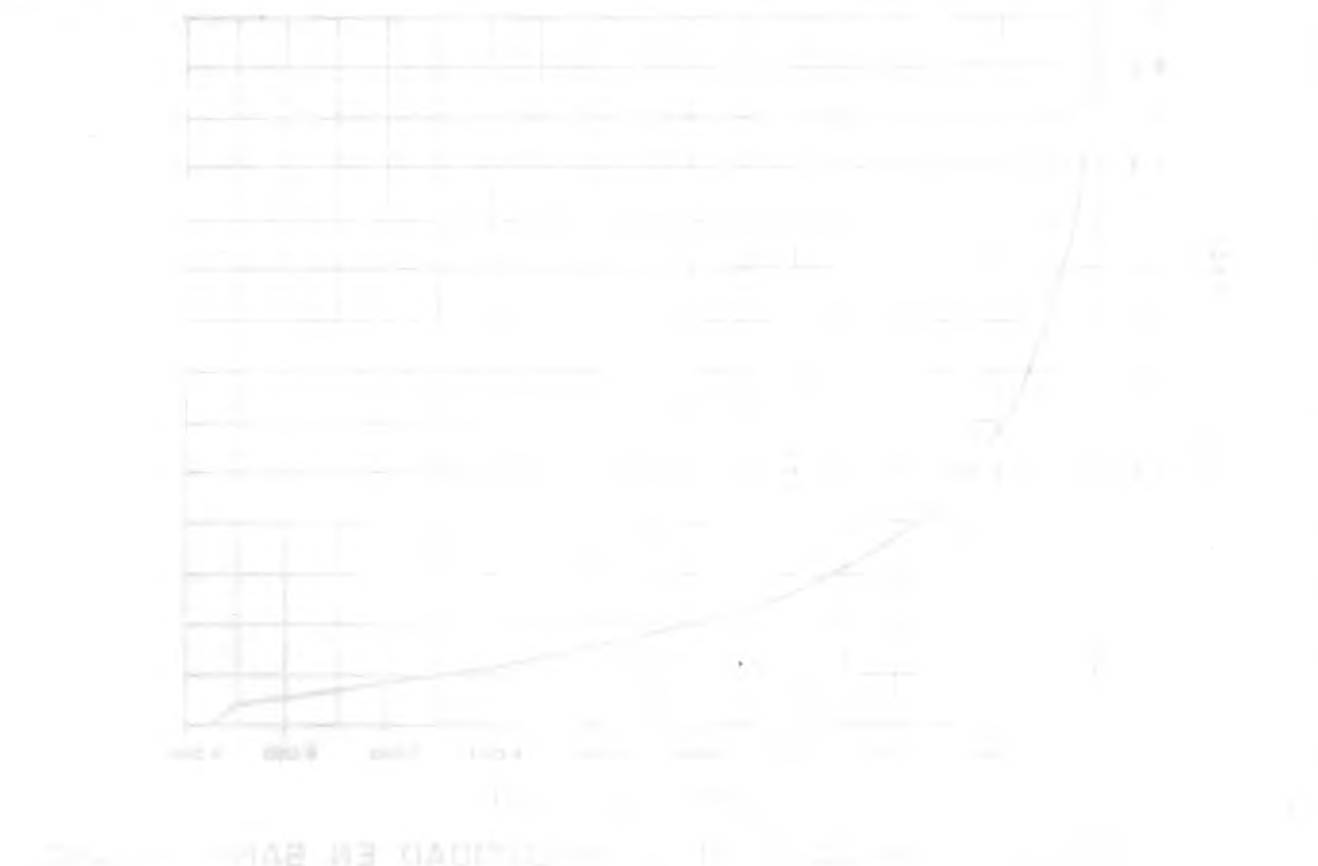
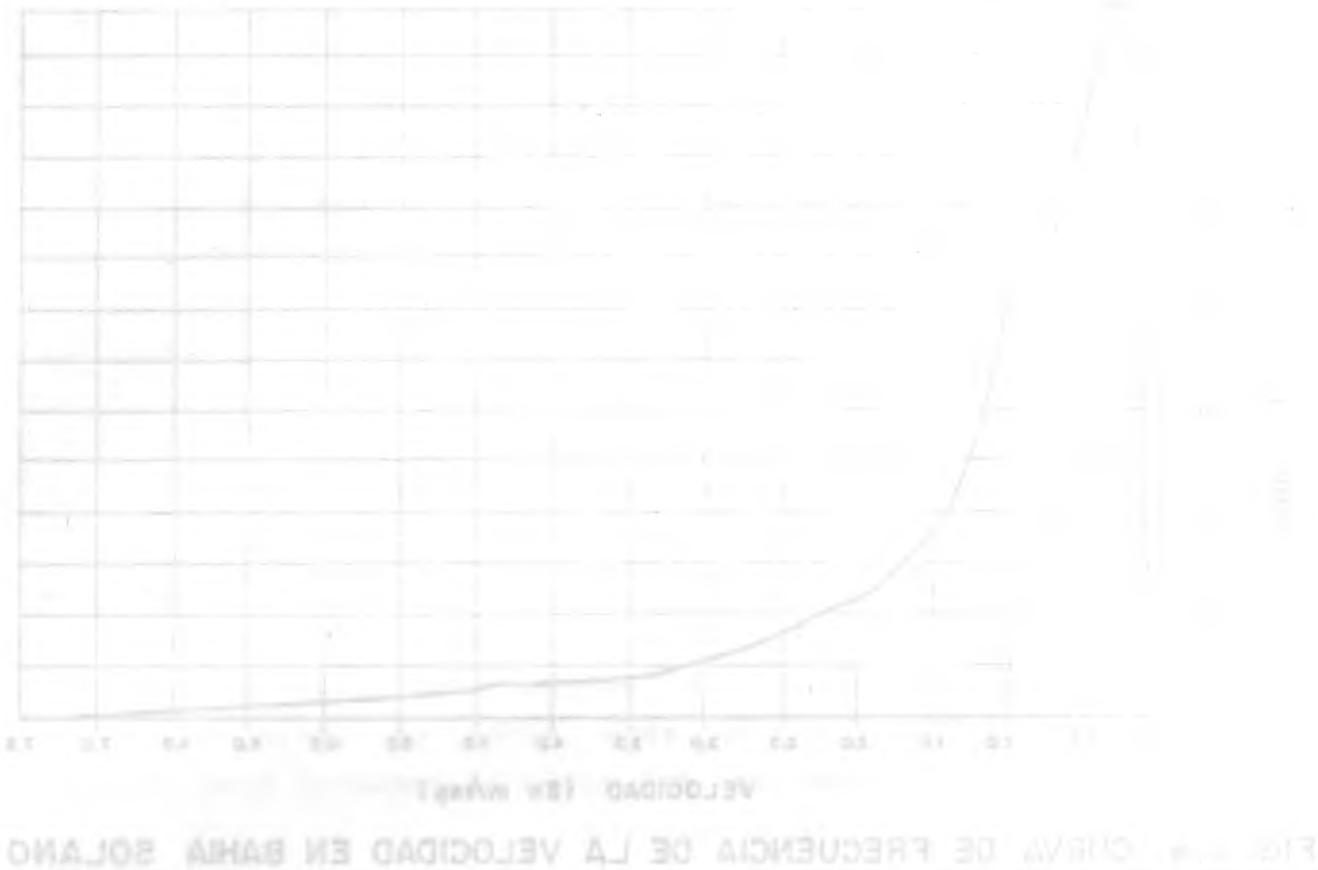
existente en la tierra y la podemos transformar, en corto plazo, directamente en energía calorífica o eléctrica fotovoltaica e, indirectamente, a través de las plantas mediante el proceso de fotosíntesis en la formación de material vegetal.

La intensidad lumínica o la densidad de potencia por unidad de área en cada región, nos determina la abundancia o escases del recurso y con esto los costos de transformación. Las condiciones climáticas ya descritas convierten en poco probable el uso de la energía solar como solución a los problemas de iluminación, conservación de medicamentos y aún de comunicaciones y confort, e improbable el uso como solución a problemas de fuerza.

Los datos de brillo solar medidos en las estaciones meteorológicas ubicadas en Buenaventura y Bahía Solano así lo demuestran; por esta razón no nos detendremos en un análisis exhaustivo de este recurso, limitandonos a mostrar los valores de brillo y radiación solar y una breve metodología de cálculo.

Los valores medios multianuales medidos en las estaciones de Buenaventura y Bahía Solano son respectivamente 1579.7 y 842 horas de brillo solar anual. Pizarro se aproxima más a las características de Bahía Solano por lo que el mapa de brillo solar del país le asigna 900 horas de brillo anual.

En la mayor parte del país el brillo solar está definido por las estaciones de invierno y verano, para el caso de Pizarro y en general el de la Costa Pacífica Colombiana, esta diferencia no es apreciable por la alta precipitación a lo largo de todo el año.



existente en la tierra y la podemos transformar, en corto plazo, directamente en energía calorífica o eléctrica fotovoltaica e, indirectamente, a través de las plantas mediante el proceso de fotosíntesis en la formación de material vegetal.

La intensidad luminosa o la densidad de potencia por unidad de área en cada región, nos determina la abundancia o escasez del recurso y con esto los costos de transformación. Las condiciones climáticas ya descritas convierten en poco probable el uso de la energía solar como solución a los problemas de iluminación, conservación de medicamentos y aún de comunicaciones y confort, e improbable el uso como solución a problemas de fuerza.

Los datos de brillo solar medidos en las estaciones meteorológicas ubicadas en Buenaventura y Bahía Solano así lo demuestran por esta razón no nos detendremos en un análisis exhaustivo de este recurso, limitándonos a mostrar los valores de brillo y radiación solar y una breve metodología de cálculo.

Los valores medios multianuales medidos en las estaciones de Buenaventura y Bahía Solano son respectivamente 1579.7 y 842 horas de brillo solar anual.

Pizarro se aproxima más a las características de Bahía Solano por lo que el mapa de brillo solar del país se estima 900 horas de brillo anual.

En la mayor parte del país el brillo solar está definido por las estaciones de invierno y verano. Para el caso de Pizarro y en general el de la Costa Pacífica Colombiana, esta diferencia no es apreciable por la alta precipitación e inactividad de todo el año.

MES	BUENAVENTURA			BAHIA SOLANO		
	Máx	Med	Mín	Máx	Med	Mín
	horas	horas	horas	horas	horas	horas
ENE.	184.5	136.7	63.7	155.1	85.6	39.9
FEB.	249.9	135.9	105.8	144.9	89.5	33.5
MAR.	167.8	128.8	94.4	146.4	78.0	31.8
ABR.	185.6	130.2	94.2	137.3	80.1	25.0
MAY.	174.8	134.6	96.3	217.6	74.0	25.4
JUN.	168.0	132.5	93.0	105.3	59.6	24.5
JUL.	164.0	143.8	123.9	203.6	70.1	11.3
AGO.	180.5	126.7	71.5	182.1	77.3	30.1
SEP.	162.9	123.1	74.0	85.6	59.1	27.9
OCT.	161.1	121.8	104.6	101.2	58.0	32.4
NOV.	154.8	131.3	102.6	98.5	54.5	22.2
DIC.	176.7	134.3	103.1	93.1	56.2	27.2
VALOR ANUAL	249.9	1579.7	63.7	217.6	842.0	11.3

Tabla 6.6 Valores mensuales multianuales de brillo solar para los siguientes periodos

- 1) Estación Colpuertos de 1969 a 1986. HIMAT
- 2) Estación Panamericana de 1965 a 1987. HIMAT

La tabla 6.6 muestra los datos de brillo solar medios mensuales multianuales en las estaciones de Buenaventura y Bahía Solano y la figura 6.6 la variación media mensual de dichos valores.

Los bajos valores de brillo solar hacen poco confiables las soluciones energéticas con este recurso. En el caso de

MES	BUENAVENTURA			BAHIA SOLANO		
	Máx	Med	Mín	Máx	Med	Mín
ENE.	184.5	126.7	63.7	155.1	85.6	29.9
FEB.	249.9	135.9	105.8	144.9	89.2	23.8
MAR.	167.8	128.8	94.4	146.4	78.0	21.8
ABR.	188.6	130.2	94.2	137.2	80.1	25.0
MAY.	174.8	124.6	96.2	217.6	74.0	25.4
JUN.	168.0	122.8	93.0	105.2	59.6	24.2
JUL.	164.0	143.8	123.9	202.6	70.1	11.2
AGO.	180.8	126.7	71.2	182.1	77.2	20.1
SEP.	162.9	122.1	74.0	82.6	59.1	27.9
OCT.	161.1	121.8	104.6	101.2	58.0	22.4
NOV.	184.8	121.2	102.6	98.2	54.2	22.2
DIC.	176.7	124.2	102.1	92.1	56.2	27.2
VALOR ANUAL	249.9	127.7	63.7	217.6	842.0	11.2

Tabla 6.6. Valores mensuales multianuales de brillo solar para los siguientes periodos

1) Estación Colubertos de 1969 a 1986. HIMAT
 2) Estación Panamericana de 1965 a 1987. HIMAT

La tabla 6.6 muestra los datos de brillo solar medios mensuales multianuales en las estaciones de Buenaventura y Bahía Solano y la figura 6.6 la variación media mensual de dichos valores.

Los datos de brillo solar hacen poco confiables las estimaciones energéticas con este recurso. En el caso de

soluciones fotovoltaicas para iluminación o refrigeración se debe evaluar muy cuidadosamente la inversión. Por una parte este tipo de instalaciones son elevadamente costosas cuando se requiere instalar capacidades superiores a 10 Kw, la inversión puede ser 4 veces mayor que la necesaria para una microcentral hidroeléctrica de igual potencia, por otra parte, la humedad del ambiente en el Baudó afecta la eficiencia del colector y aminora su vida útil por acción de la corrosión y la proliferación de gérmenes en el interior de sus partes, tal como ocurrió con las instalaciones solares de la Caja Agraria en la localidad. O sea que en Pizarro, los gastos de mantenimiento son mayores comparados con otros equipos instalados en el interior del país.

Los valores de radiación solar que definen la energía por unidad de área, se pueden calcular a partir de los datos de brillo solar, haciendo uso de la fórmula empírica de Angstrom

$$H_i/H_{csi} = a + b [n_i + N_i]$$
 donde:
 H_i - es el promedio anual durante el mes i de la radiación solar diaria sobre una superficie horizontal.
 H_{csi} - es el promedio mensual durante el mes i de la radiación solar diaria sobre una superficie horizontal bajo cielo totalmente despejado.
 a y b - son constantes empíricas
 n_i - es el promedio mensual durante el mes i del brillo solar diario
 N_i - es el promedio mensual durante el mes i

ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO	ELABORO	FIG. 6.6 VARIACION DEL BRILLO SOLAR MEDIO MULTIANUAL	
	DIBUJO		J. Z.
	FECHA		Diciembre 1989

soluciones fotovoltaicas para iluminacion o refrigeracion se debe evaluar muy cuidadosamente la inversion. Por una parte este tipo de instalaciones son relativamente caras cuando se requiere instalar capacidades superiores a 10 kW. La inversion puede ser 4 veces mayor que la necesaria para una microcentral hidroelectric de igual potencia, por otra parte, la humedad del ambiente en el Bado afecta la eficiencia del colector y aminora su vida util por la accion de la corrosion y la proliferacion de bacterias en el interior de sus partes, tal como ocurrio con las instalaciones solares de la Casa Agraria en la localidad. O sea que en Pizarro, los gastos de mantenimiento son mayores comparados con otros equipos instalados en el interior del pais.

Los valores de radiacion solar que definen la energia por unidad de area, se pueden calcular a partir de los datos de brillo solar, haciendo uso de la formula empirica de Angstrom

$$H_t/H_{ct} = a + b [n_t + N_t] \quad \text{donde}$$

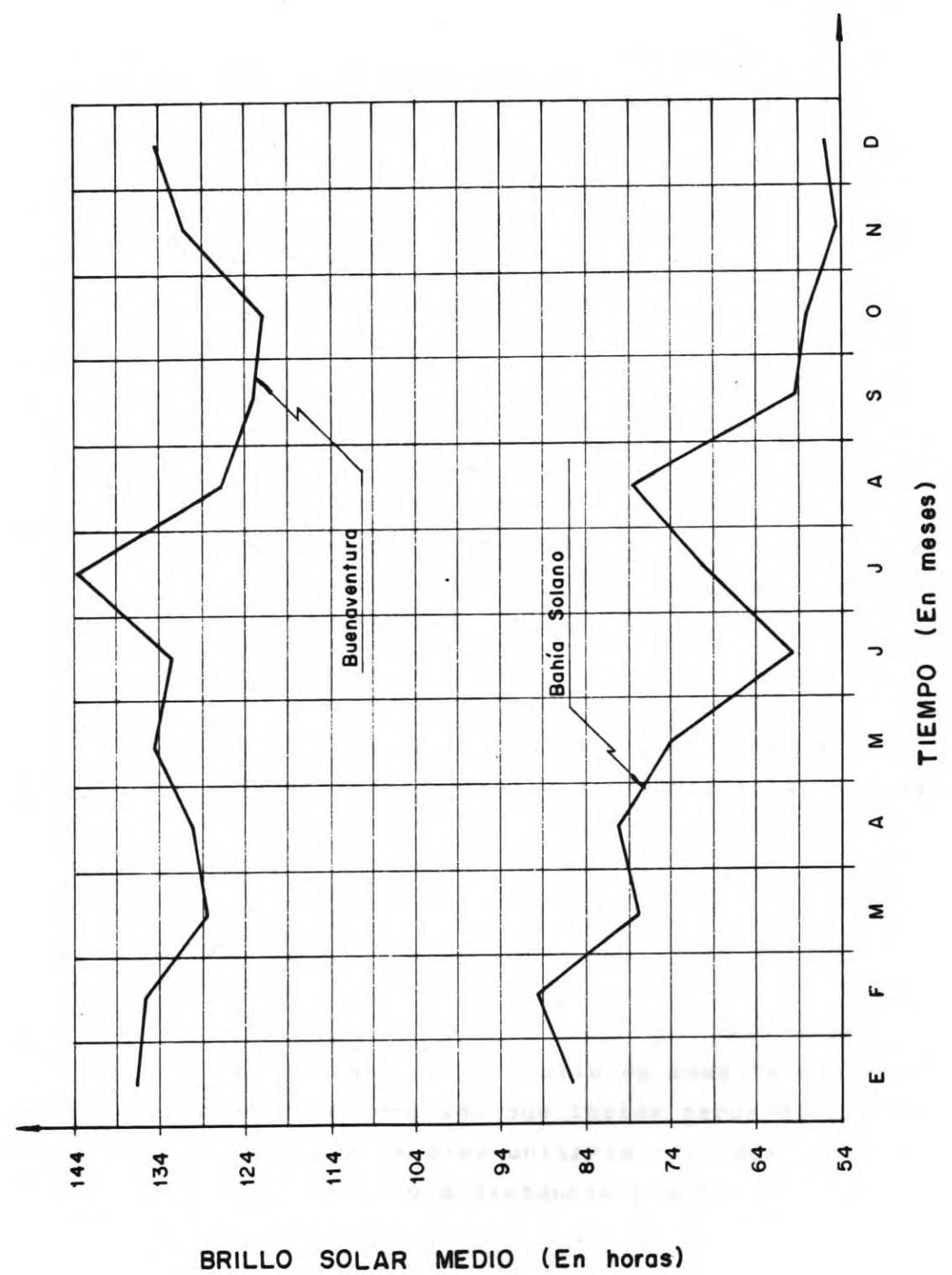
H_t - es el promedio anual durante el mes i de la radiacion solar diaria sobre una superficie horizontal.

H_{ct} - es el promedio mensual durante el mes i de la radiacion solar diaria sobre una superficie horizontal bajo cielo totalmente despejado.

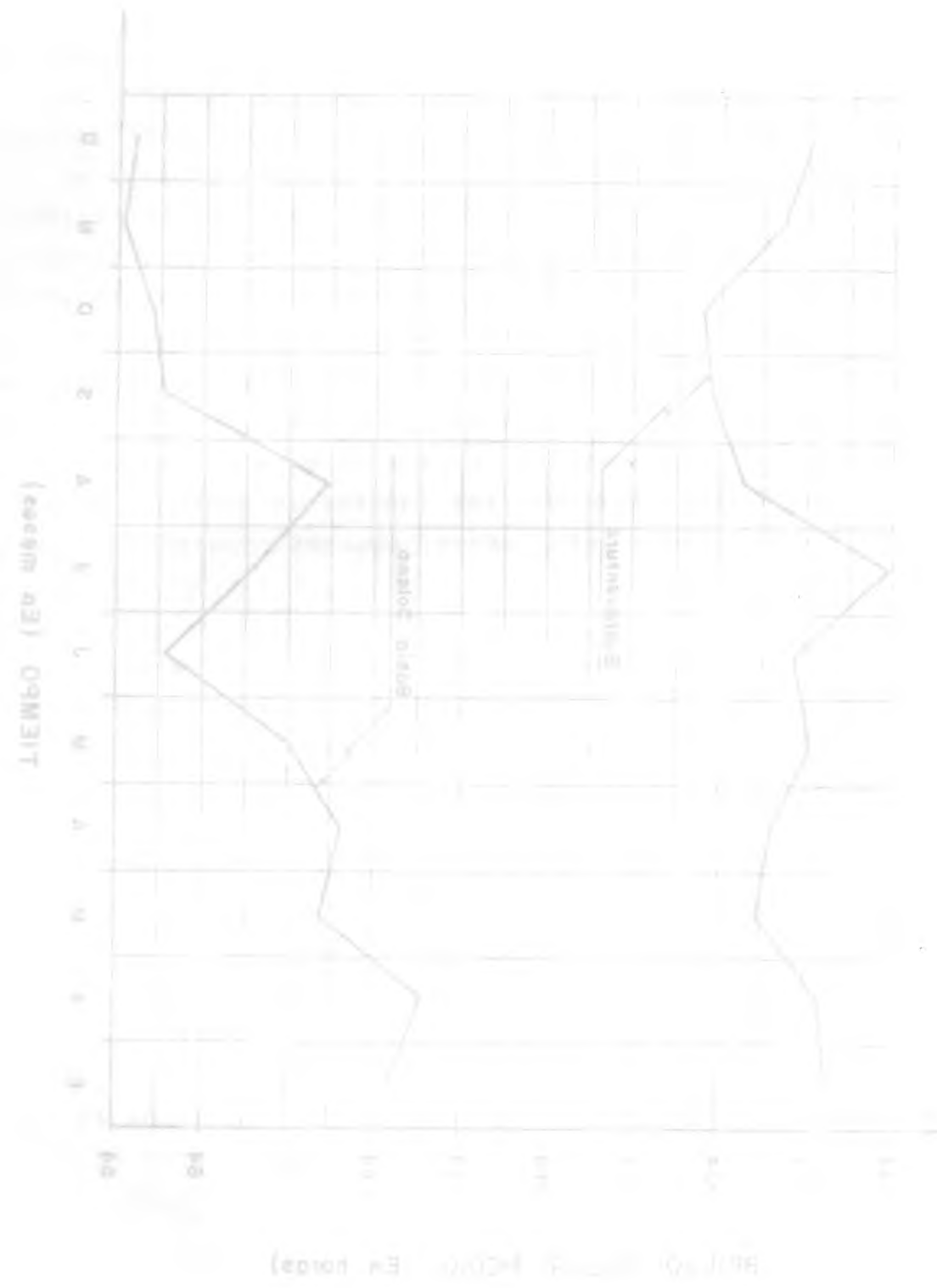
a y b - son constantes empiricas

n_t - es el promedio mensual durante el mes i del brillo solar diario

N_t - es el promedio mensual durante el mes i



ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO	ELABORO :	FIG. 6.6 VARIACION DEL BRILLO SOLAR MEDIO MULTIANUAL	
	DIBUJO :		B. J. Z.
	FECHA :		Diciembre 1.989



de la duración astronómica del día, y se explicará más adelante.

i - es el número del mes, entre 1 y 12

Por la dificultad de obtener la radiación en un día despejado, la fórmula es modificada así:

$$H_i = (H_o)_i [a + b n_i / N_i]$$

$(H_o)_i$ - promedio mensual durante el mes i de la radiación extraterrestre diaria, la cual depende de la distancia del sol a la tierra y tiene la forma

$$(H_o)_i = 24 / \pi * ISC [1 + 0.033 \cos(360i/365)] * (\cos(\phi_i) * \cos(\delta) * \text{sen}(W_s) + W_s(2\pi/360) * \text{sen}(\phi_i) * \cos(\delta)) \quad (\text{ec. 6.1})$$

donde: ϕ_i - latitud, esta es la inclinación angular del sol sobre el ecuador del Ecuador. Es positivo en el hemisferio norte y negativo en el sur.

$$\pi = 3.1416$$

ISC es la constante solar definida como la cantidad de energía proveniente del sol que incide perpendicularmente sobre una superficie de área unitaria colocada fuera de la atmósfera terrestre a una distancia promedio entre el sol y la tierra.

Los valores adoptados por la NASA son:

$$ISC = 1353 \text{ W/m}^2$$

de la duración astronómica del día. Y se explicará más adelante.
es el número del mes, entre 1 y 12

Por la dificultad de obtener la radiación en un día despreciado, la fórmula es modificada así:

$$H_t = (H_o) [1 + \frac{a}{n}] \quad \text{donde}$$

(H_o) promedio mensual durante el mes i de la radiación extraterrestre diaria, la cual depende de la distancia del sol a la tierra y tiene la forma

$$(H_o) = \frac{180}{\pi} \left[1 + 0.033 \cos\left(\frac{2\pi}{365} \cdot i\right) \right] \cdot \cos(\phi) \cdot \cos(\delta) \quad \text{(ec. 6.1)}$$

donde:

$$\pi = 3.1416$$

TBC es la constante solar definida como la cantidad de energía proveniente del sol que incide perpendicularmente sobre una superficie de área unitaria colocada fuera de la atmósfera terrestre a una distancia promedio entre el sol y la tierra.

Los valores adoptados por la NASA son:

$$TBC = 1.92 \text{ W/m}^2$$

$$= 1.94 \text{ cal/cm}^2 \times \text{minuto}$$
$$= 428 \text{ BTU} / \text{ft}^2 \times \text{h} = 4871 \text{ KJ/m}^2 \times \text{h}$$

a y b son las constantes empíricas ya definidas y que para el caso promedio de Colombia se asumen

$$a = 0.29 \quad \text{y} \quad b = 0.42$$

Para la zona de Pizarro estas constantes son mucho más bajas y de la ingerencia estadística de estaciones que miden simultáneamente radiación y brillo solar se pueden considerar valores aproximados así:

$$a = 0.25 \quad \text{y} \quad b = 0.35$$

Los ángulos de la acutación 6.1 son:

$$\phi = \begin{cases} \text{latitud del lugar, norte} & (0 < \phi < 90) \\ \text{sur} & (-90 < \phi < 0) \end{cases}$$

delta = declinación, esto es la posición angular del sol respecto del plano del Ecuador. Es positivo en el hemisferio norte y varía entre -23,45 y 23,45 grados

W = ángulo horario, desplazamiento del sol respecto del plano meridional local como consecuencia del movimiento de rotación de la tierra, es negativo para la mañana y positivo para la tarde.

La duración del día en horas en cada región, está definida por:

$$Z = \frac{2}{15} \arcsin(-\tan(\phi) \cdot \tan(\delta)) \quad \text{, donde}$$

fi y delta son los ángulos ya definidos.

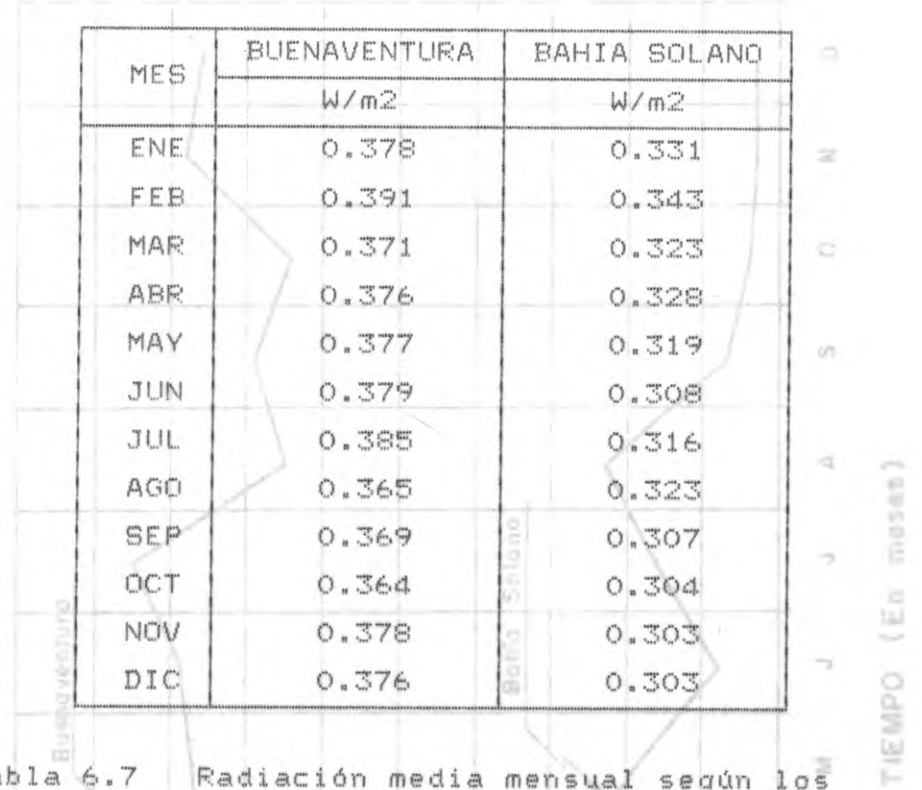


Tabla 6.7 Radiación media mensual según los registros de las estaciones:

- 1) Colpuertos
- 2) Panamericana

De los datos de brillo solar de las estaciones de Buenaventura y Bahía Solano deducimos los valores de radiación solar media mensual, los cuales son mostrados en la tabla 6.7. La figura 6.7 muestra la variación mensual de la radiación de las 2 estaciones y de esta se puede deducir la radiación para Pizarro.

En conclusión, el recurso de energía solar en el área de Pizarro es muy bajo y su uso demandaría grandes inversiones en equipo conversor, por lo tanto se recomienda no considerarlo por ahora como solución energética para la región.

En conclusión, el recurso de energía solar en el área de Pizarro es muy bajo y su uso demandaría grandes inversiones en equipo convertidor, por lo tanto se recomienda no considerarlo por ahora como solución energética para la región.

De los datos de brillo solar de las estaciones de Buenaventura y Bahía Solano deducimos los valores de radiación solar media mensual, los cuales son mostrados en la tabla 6.7. La figura 6.7 muestra la variación mensual de la radiación de las 2 estaciones y de esta se puede deducir la radiación para Pizarro.

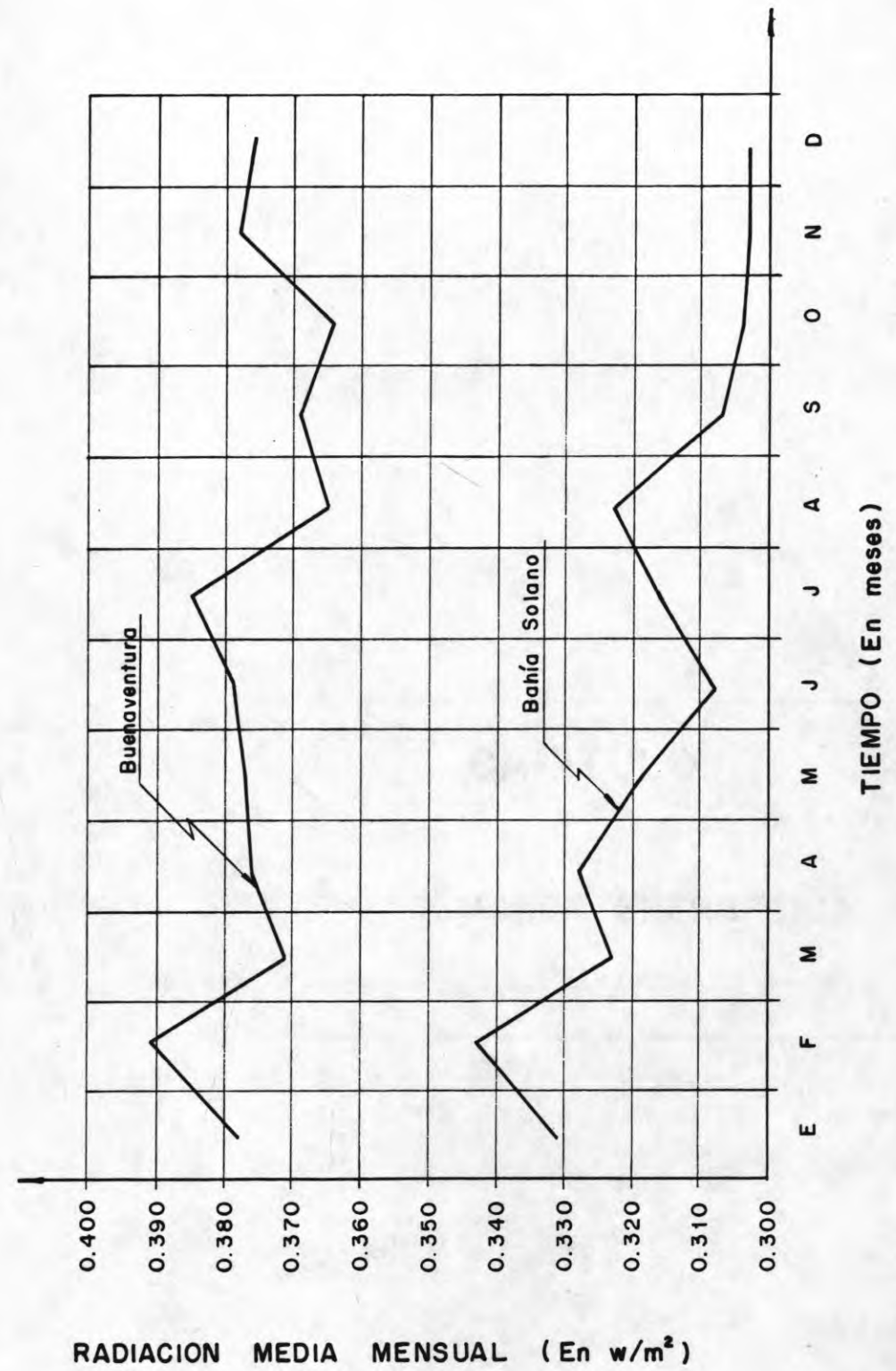
- 1) Colpuerto
- 2) Panamericana

registros de las estaciones:

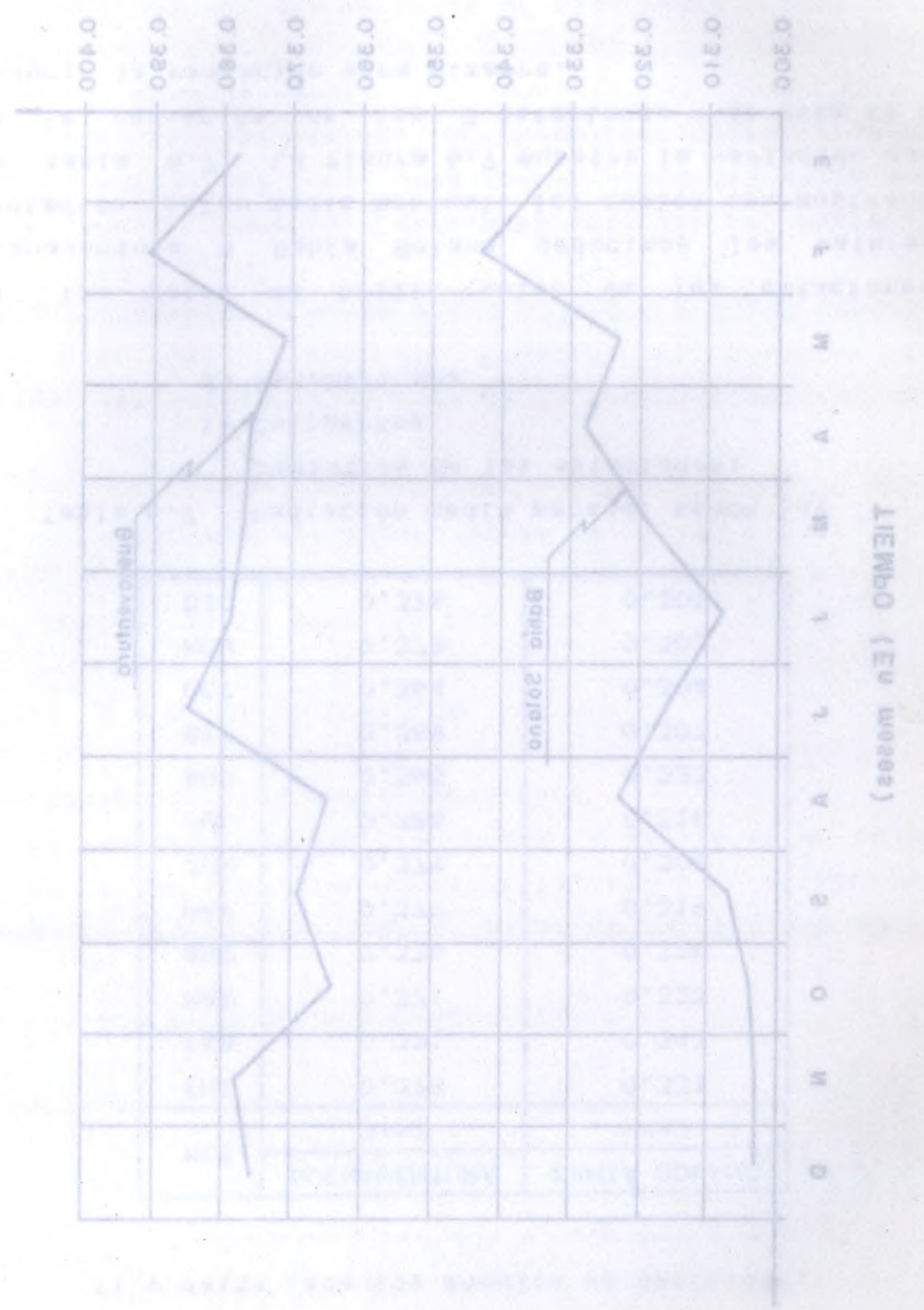
Tabla 6.7 Radiación media mensual según los

MES	BUENAVENTURA W/m ²	BAHIA SOLANO W/m ²
DIC	0.376	0.303
NOV	0.378	0.303
OCT	0.364	0.304
SEP	0.369	0.307
AGO	0.365	0.323
JUL	0.385	0.316
JUN	0.379	0.308
MAY	0.377	0.319
ABR	0.376	0.328
MAR	0.371	0.323
FEB	0.391	0.343
ENE	0.378	0.331

fi y de día son los ángulos ya definidos.



RADIACION MEDIA MENSUAL (Eh/m²)



DEMANDA ENERGETICA

7.1 Estimación de la demanda de energía eléctrica

CONTENIDO PAGINA

7.1 Estimación de la demanda de energía eléctrica 7.1

7.1.1 Generalidades del análisis 7.1

7.1.2 Primera metodología 7.4

7.1.3 Segunda metodología 7.13

7.1.4 Selección del número de unidades 7.23

7.2 Demanda de otros energéticos 7.26

En la proyección de la demanda energética base se han considerado los aspectos siguientes: Considerando que la alternativa para el suministro energético de mayor confiabilidad es constituir una nueva central hidroeléctrica, se realizó un estudio preliminar de la demanda eléctrica en el periodo de diseño (año base) y se proyectó la demanda para el año 2000. Sin embargo, con el objeto de ilustrar las tendencias de la evolución de la demanda y considerando que los proyectos hidroeléctricos

DEMANDA ENERGETICA

7.1 Estimación de la demanda de energía eléctrica

7.1.1 Generalidades del análisis

Atendiendo a las directrices fijadas por la Electrificadora del Chocó S.A., la metodología aplicada para cuantificar los requerimientos en el servicio de energía eléctrica para la zona de Pizarro se ciñen a los términos de Referencia obtenidos con este fin y los cuales indican contemplar los incrementos de las cargas a instalar provenientes de los sectores residencial, comercial, industrial, agropecuario, oficial y de alumbrado público.

En la proyección de la demanda, como año base, se adoptó el año 1989. Considerando que la alternativa para suministro energético de mayor confiabilidad la constituye una pequeña central hidroeléctrica, su período de diseño usualmente se fija, a mediano plazo, en 15 años, es decir, la demanda para abastecer será la que se establezca en el año 2004. Sin embargo, con el objeto de ilustrar más ampliamente la evolución de la demanda y considerando que los proyectos hidroeléctricos

DEMANDA ENERGÉTICA

7.1 Estimación de la demanda de energía eléctrica

7.1.1 Generalidades del análisis

Atendiendo las directrices fijadas por la Electricidad del Chocó S.A. la metodología empleada para cuantificar los requerimientos en el servicio de energía eléctrica para la zona de Pizarro se cogen a los términos de Referencia obtenidos con este fin y los cuales indican contemplar los incrementos de las cargas a instalar provenientes de los sectores residencial, comercial, industrial, agropecuario, oficial y de alumbrado público.

En la proyección de la demanda, como año base, se adoptó a 1989. Considerando que la alternativa para suministro energético de mayor confiabilidad la constituye una pequeña central hidroeléctrica, su periodo de diseño usualmente es fija, a mediano plazo, en 15 años, es decir, la demanda para abastecer será la que se establece en el año 2004. Sin embargo, con el objeto de ilustrar más ampliamente la evolución de la demanda y considerando que los proyectos hidroeléctricos

exigen períodos prolongados de investigación para la toma de decisiones, el período del estudio se llevó hasta un plazo de 25 años, o sea hasta el año 2014.

De cualquier manera, así los pronósticos sean a mediano o largo alcance, no están exentos de desaciertos. Por esta razón, se hace necesario que en las investigaciones posteriores se reasuma el año base y se profundice en la evolución de las variables identificadas aquí para la zona de la cabecera municipal de Pizarro. Unicamente, entonces, mediante la confrontación con nuevos datos, se podrá establecer la validez del consumo calculado en este capítulo. Por lo pronto, y después de conocer las cifras concretas de los distintos componentes de la demanda, las compararemos con los índices de consumo específico por hogar y per cápita para el sector rural. Con esta comparación se comprobará la eficacia de los resultados allegados.

El principal componente de la demanda lo conforma el consumo residencial, determinado por la población y el crecimiento demográfico año a año. De manera exógena, mediante una encuesta poblacional se cuantificó la población de la cabecera municipal en Septiembre de 1989 en 1433 habitantes y 217 viviendas. La población periférica, en un 15 Km a la redonda de la cabecera, fué calculada mediante un muestreo, confrontado posteriormente con las autoridades locales, arrojando un resultado de 291 habitantes y 44 viviendas. O sea que, los corregimientos vecinos de

existen períodos prolongados de investigación para la toma de decisiones, el período del estudio se llevó hasta un plazo de 25 años, o sea hasta el año 2014.

De cualquier manera, así los pronósticos sean a mediano o largo alcance, no están exentos de desaciertos. Por esta razón, se hace necesario que en las investigaciones posteriores se resuma el año base y se profundice en la evolución de las variables identificadas aquí para la zona de la cabecera municipal de Pizarro. Únicamente, entonces, mediante la confrontación con nuevos datos, se podrá establecer la validez del consumo calculado en este capítulo. Por lo pronto, y después de conocer las cifras concretas de los distintos componentes de la demanda, las compararemos con los índices de consumo específicos por hogar y por cápita para el sector rural. Con esta comparación se comprobará la eficacia de los resultados obtenidos.

El principal componente de la demanda lo conforma el consumo residencial, determinado por la población y el crecimiento demográfico año a año. De manera exponencial, mediante una encuesta poblacional se cuantificó la población de la cabecera municipal en Septiembre de 1989 en 1423 habitantes y 217 viviendas. La población periférica, en 12 Km a la redonda de la cabecera, fue calculada mediante un muestreo, controlado posteriormente con las autoridades locales, obteniendo un resultado de 291 habitantes y 44 viviendas. O sea que, los correspondientes índices de

Pizarro tiene una población equivalente al 20% de la cabecera; finalmente los totales para la zona del proyecto son de 1724 habitantes y 291 viviendas.

En el año de 1973, la población urbana de Pizarro era de 643 habitantes según el Atlas Regional del IGAC (19). La población total, incluida la periférica, era entonces de 772 habitantes. De conformidad con estos datos, la tasa de crecimiento medio anual poblacional para el período de 1973 a 1989 es del 6%. Según Las Naciones Unidas (07) la tasa de crecimiento anual máxima es del 3% y según Nosaki (22) está entre el 4% al 10%. Vale la pena destacar que para la microcentral de López-Puerto Sergio, ubicada en el Litoral Pacífico en el departamento del Cauca, la población cuantificada por los Consultores en 1978 ha crecido en un promedio anual del 20% al año de 1989.

Puesto que las expectativas de desarrollo del Litoral Pacífico son mayores para los próximos años, y considerando que la oferta del fluido eléctrico, en Pizarro, catalizará el progreso zonal y retroalimentará la demanda, debemos pensar que la concentración de población aumentará y los fenómenos migratorios de la mano de obra hacia Buenaventura y el interior del país, en consecuencia, disminuirán. Así pues, la tasa de crecimiento poblacional esperada no debe ser inferior al 6% y, obedeciendo al marco de referencia demográfica planteado, seleccionamos como conveniente el 8% de incremento promedio anual de la población en Pizarro.

Por otra parte, dadas las condiciones geográficas y

Pizarro tiene una población equivalente al 20% de la cabecera; finalmente los totales para la zona del proyecto son de 1724 habitantes y 291 viviendas.

En el año de 1973, la población urbana de Pizarro era de 643 habitantes según el Atlas Regional del IGAC (19). La población total, incluida la periférica, era entonces de 772 habitantes. De conformidad con estos datos, la tasa de crecimiento medio anual poblacional para el periodo de 1973 a 1989 es del 6%. Según las Naciones Unidas (20) la tasa de crecimiento anual máxima es del 2% y según Noeske (22) esta está entre el 4% al 10%. Vale la pena destacar que para la microcentral de López-Puerto García, ubicada en el litoral pacífico en el departamento del Cauca, la población cuantificada por los censos en 1978 ha crecido en un promedio anual del 20% al año de 1989.

Puesto que las expectativas de desarrollo del litoral pacífico son mayores para los próximos años, y considerando que la oferta del fluido eléctrico en Pizarro, catalizará el progreso social y retroalimentará la demanda, debemos pensar que la concentración de población aumentará y los fenómenos imitatorios de la zona de obra hacia Buenaventura y el interior del país, en consecuencia, disminuirán. Así pues, la tasa de crecimiento poblacional esperada no debe ser inferior al 6% y, obedeciendo al marco de referencia demográfica planteado, seleccionamos como horizonte el 8% de incremento promedio anual de la población en Pizarro.

En consecuencia, las condiciones demográficas y

socio-económicas de aislamiento de la zona, y la cantidad de habitantes identificada, no es necesario desagregar la demanda residencial en subsectores, de acuerdo con los niveles de vida de los usuarios. Por el contrario, se justifica homogenizarla en una sola categoría global que permita diferenciarla, eso sí, de las proyecciones de la demanda para el interior del país.

Para disminuir los riesgos de incoherencia, se asumieron las dos metodologías de OLADE para el análisis de la demanda, expuestas en Bucaramanga en el año de 1985 durante el Curso Latinoamericano de Diseño de Pequeñas Centrales (20).

7.1.2 Primera metodología.

De acuerdo con OLADE, la categoría de los usuarios de Pizarro corresponde al nivel A, clase 2, dadas las condiciones rurales marginales y porque no disponen de vías de comunicación ni cuentan con una infraestructura desarrollada en cuanto a servicios públicos, ni tampoco están en áreas próximas a los centros urbanos principales. Estas particularidades son las que, en definitiva, definen los consumos específicos por abonado y por habitante.

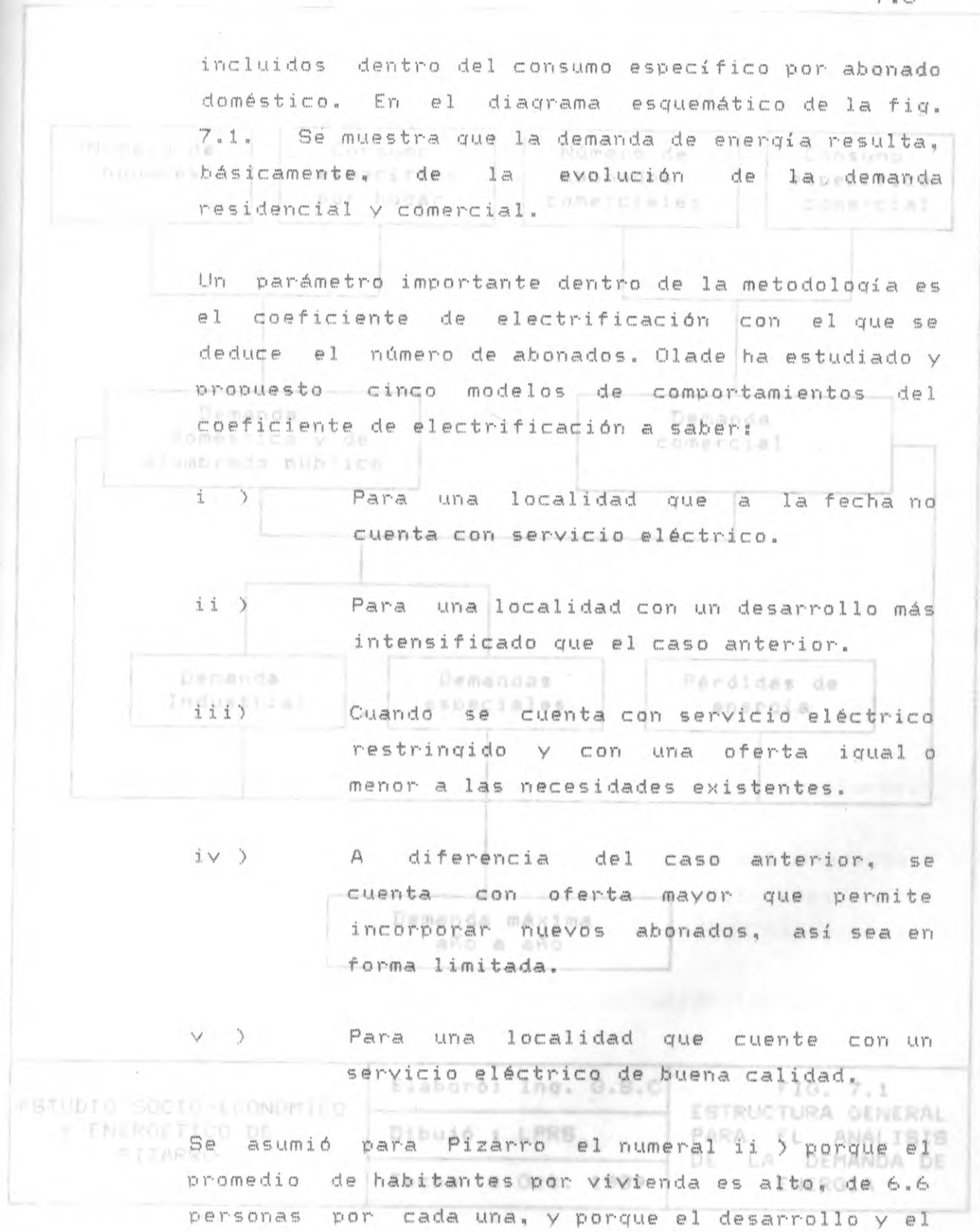
La determinación de la demanda consiste en aplicar el consumo específico por abonado doméstico o comercial a la cantidad de abonados domésticos o comerciales, respectivamente. Los requerimientos para alumbrado público, en este caso, están ya

Para disminuir los riesgos de incoherencia, se asumieron las dos metodologías de OLADE para el análisis de la demanda, expuestas en Bucaramanga en el año de 1985 durante el Curso Latinoamericano de Diseño de Redes Centrales (20).
 De acuerdo con OLADE, la categoría de los usuarios de Pizarro corresponde al nivel A, clase 2, dadas las condiciones rurales marginales y porque no disponen de vías de comunicación ni cuentan con una infraestructura desarrollada en cuanto a servicios públicos. Al mismo tiempo están en áreas próximas a los centros urbanos principales. Estas particularidades son las que, en definitiva, definen los consumos específicos por abonado y por habitante.

7.1.2. Primeras metodologías.

La determinación de la demanda consiste en aplicar el consumo específico por abonado doméstico o comercial a la cantidad de abonados domésticos o comerciales, respectivamente. Los requerimientos para el estudio público, en este caso, están ya

incluidos dentro del consumo específico por abonado doméstico. En el diagrama esquemático de la fig. 7.1. Se muestra que la demanda de energía resulta, básicamente, de la evolución de la demanda residencial y comercial.



ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO Y ENERGÉTICO DE PIZARRO. Elaborado: Ing. G.S.C. FIG. 7.1 ESTRUCTURA GENERAL PARA EL ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE ENERGÍA. Dibujó: L.P.R.B.

incluidos dentro del consumo específico por abonado doméstico. En el diagrama esquemático de la fig. 7.1 se muestra que la demanda de energía resulta, básicamente, de la evolución de la demanda residencial y comercial.

Un parámetro importante dentro de la metodología es el coeficiente de electrificación con el que se deduce el número de abonados. Dado ha estudiado y propuesto cinco modelos de comportamientos del coeficiente de electrificación a saber:

(i) Para una localidad que a la fecha no cuenta con servicio eléctrico.

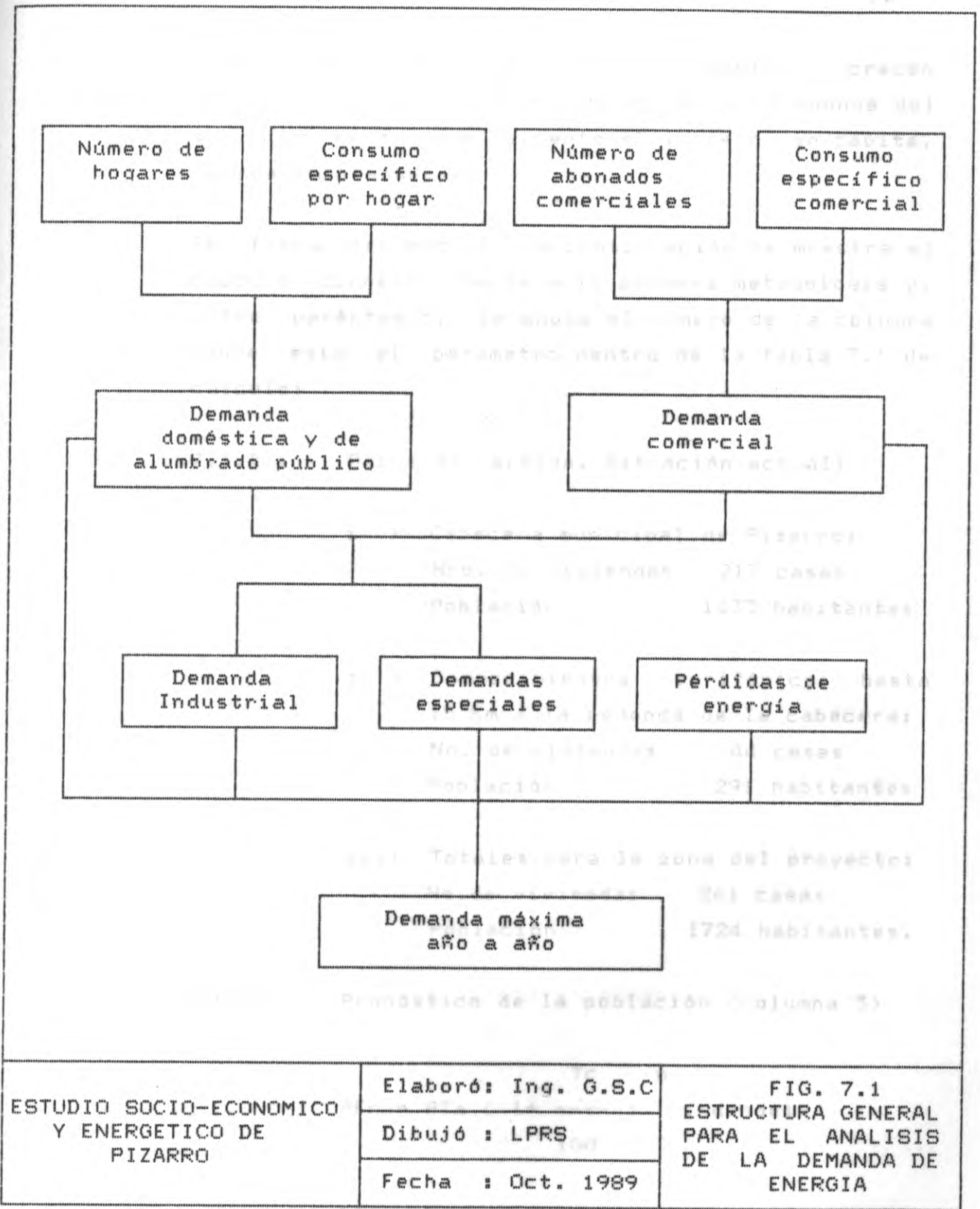
(ii) Para una localidad con un desarrollo más intensificado que el caso anterior.

(iii) Cuando se cuenta con servicio eléctrico restringido y con una oferta igual o menor a las necesidades existentes.

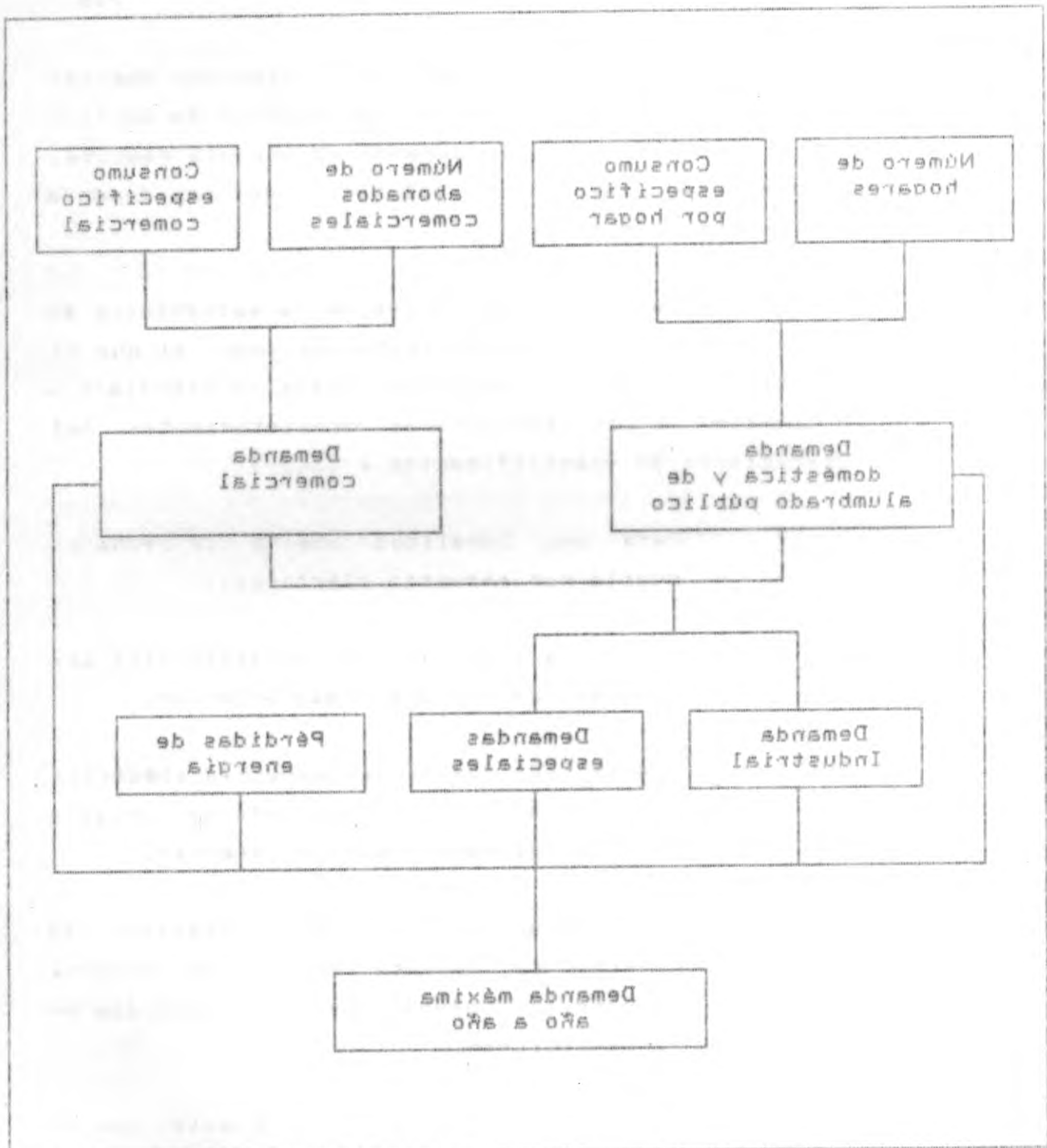
(iv) A diferencia del caso anterior, se cuenta con oferta mayor que permite incorporar nuevos abonados, así según forma limitada.

(v) Para una localidad que cuenta con un servicio eléctrico de buena calidad.

Se sumó para Pizarro el número 11 porque el promedio de habitantes por vivienda es alto, de 6.6 personas por casa, y porque el desarrollo y el



ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO	Elaboró: Ing. G.S.C	FIG. 7.1 ESTRUCTURA GENERAL PARA EL ANALISIS DE LA DEMANDA DE ENERGIA
	Dibujó: LPRS	
	Fecha: Oct. 1989	



ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO
 Elaboró: Ing. G.S.C.
 Dibujó: LRS
 Fecha: Oct. 1989

FIG. 7.1
 ESTRUCTURA GENERAL PARA EL ANALISIS DE LA DEMANDA DE ENERGIA

crecimiento de la electrificación crecen aceleradamente, en la medida en que se disponga del servicio y en que aumente el ingreso per cápita, retroalimentándose.

En forma secuencial, a continuación se muestra el cálculo correspondiente a la primera metodología y, entre paréntesis, se anota el número de la columna donde está el parametro dentro de la tabla 7.1 de cálculo:

- 7.1.2.1 Datos de partida. Situación actual:
- i) Cabecera municipal de Pizarro:
 Nro. de viviendas 217 casas
 Población 1433 habitantes
 - ii) Corredor periférico hasta 15 Km a la redonda de la cabecera:
 No. de viviendas 44 casas
 Población 291 habitantes
 - iii) Totales para la zona del proyecto:
 No. de viviendas 261 casas
 Población 1724 habitantes.

7.1.2.2 Pronóstico de la población (columna 3)

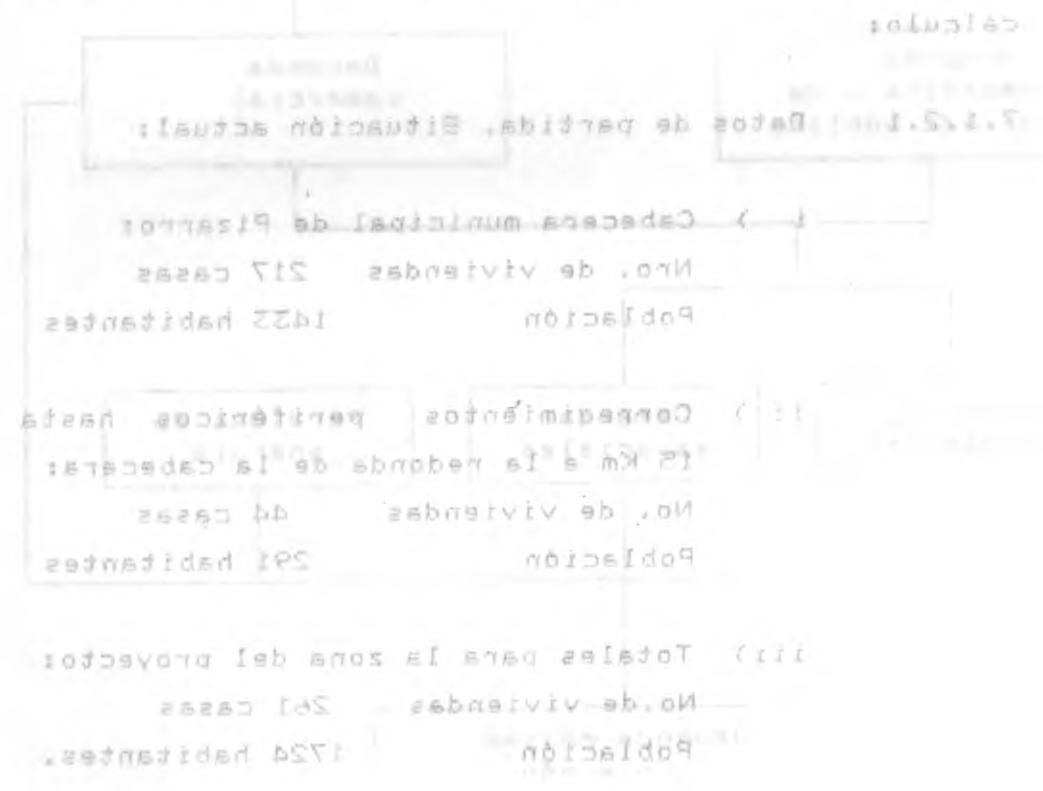
$$PF_n = PT_a \left(1 + \frac{T_c}{100} \right)^n$$

donde:

PF_n - Población futura al año n,
 PT_a - Población total actual,

El crecimiento de la electrificación crecen aceleradamente en la medida en que se disponga del servicio y en que aumente el ingreso per cápita, retroalimentándose.

En forma secuencial, a continuación se muestra el cálculo correspondiente a la primera metodología y, entre paréntesis, se anota el número de la columna donde está el parámetro dentro de la tabla 7.1 de cálculos.



7.1.2.2. Pronóstico de la población (columna 3)

$PR = PTA \cdot (1 + Tc)^n$
 donde: PR = Población futura al año n
 PTA = Población total actual
 Tc = Tasa de crecimiento medio anual de la población, y
 n = Número de años de la proyección (columna 2)

7.1.2.3. Pronóstico del número de viviendas (columna 4):

$No. Viviendas = \frac{No. de habitantes}{habitantes por vivienda}$

7.1.2.4. Pronóstico del número de abonados domésticos (Columna 6):

$No. AB.DD. = No. Viviendas \times Ce$, donde:

Ce = coeficiente de electrificación asumido de acuerdo con un gráfico de la metodología de Glade, correspondiente a una localidad que no cuente con el servicio y con un desarrollo intensificado (columna 5);

7.1.2.5. Consumo unitario doméstico, en Kw/ab.año (columna 7):

$CO.UN.DO. = aX^b$, donde:

X = Números de abonados domésticos,
 a y b = Parámetros asumidos de acuerdo

Ta = Tasa de crecimiento medio anual de la población. Y
n = Número de años de la proyección (columna 2)

7.1.2.3 Pronóstico del número de viviendas (columna 4):

No. de habitantes

No. Viviendas = habitantes por vivienda

7.1.2.4 Pronóstico del número de abonados domésticos (Columna 6):

No. AB.DO. = No. Viviendas x Ce, donde:

Ce = coeficiente de electrificación asumido de acuerdo con un gráfico de la metodología de Olade, correspondiente a una localidad que no cuenta con el servicio y con un desarrollo intensificado (columna 8)

7.1.2.5 Consumo unitario doméstico, en Kw/ab.año (columna 7):

CO.UN.DO. = ax, donde:

x = Número de abonados domésticos

con la categoría de los consumidores. Para Pizarro corresponde el tipo A, o sea para áreas rurales marginales y tiene los siguientes valores:

a = 78,3997

b = 0,3844

7.1.2.6

Pronóstico del consumo de energía eléctrica por parte de los sectores doméstico y de alumbrado público, en Mwh/año (Columna 8):

CO.DO = No.AB.DO.* CO.UN.DO. / 1000,

donde:

CO.DO. = Consumo doméstico.

7.1.2.7

Relación del consumo unitario comercial y el consumo unitario doméstico (Columna 9):

K = CO.UN.CO. / CO.UN.DO.

CO.UN.CO. = Consumo unitario comercial.

De acuerdo con el gráfico No.4 de Olade, se asumieron valores promedio de 3 para los primeros 6 años y de 4 para los años posteriores, indicado en el gráfico.

7.1.2.8

Consumo unitario comercial, en Kw/ab.año (Columna 10):

CO.UN.CO. = CO.UN.DO. * K

con la categoría de los consumidores. Para Pizarro corresponde el tipo A, o sea para áreas rurales marginales y tiene los siguientes valores:

$$a = 78,7997$$

$$b = 0,2844$$

Pronóstico del consumo de energía eléctrica por parte de los sectores doméstico y de alumbrado público, en Mwh/año (Columna 8):

$$CO.DO = No.AB.DO * CO.UN.DO / 1000$$

donde:

CO.DO = Consumo doméstico.

Relación del consumo unitario comercial y el consumo unitario doméstico (Columna 9):

$$K = CO.UN.CO / CO.UN.DO$$

De acuerdo con el gráfico No.4 de Olade, se asumió un valor promedio de 3 para los primeros 6 años y de 4 para los posteriores.

Consumo unitario comercial, en Mwh/año (Columna 10):

$$CO.UN.CO = CO.UN.DO * K$$

7.1.2.9 Relación del número de abonados domésticos o abonados comerciales (columna 11):

$$K1 = No.AB.DO / No.AB.CO$$

Se asume de acuerdo con el gráfico No.2 de la metodología de Olade.

7.1.2.10 Pronóstico del número de abonados comerciales, en abonados (columna 12):

$$No.AB.CO = No.AB.DO / K1$$

7.1.2.11 Pronóstico del consumo de energía eléctrica por parte del sector comercial, en Mwh/año (Columna 13):

$$CO.CO = CO.UN.CO * No.AB.CO / 1000$$

7.1.2.12 Pronóstico del consumo neto industrial, en Mwh/año (Columna 14):

$$CO.NE.IN = \% (CO.DO + CO.CO)$$

Según las expectativas en la disponibilidad de energía y de acuerdo con lo cuantificado en las encuestas, los cuartos fríos, la fabricación de hielo y la industria maderera, son los subsectores que mayor demanda generarían. Le siguen la producción de ladrillo, molinos de grano y de pescado y la pequeña industria cerámica. Sumados

Relación del número de abonados domésticos o abonados comerciales (Columna 11):

$$KI = No. AB. DO. \setminus No. AB. CO.$$

Se asume de acuerdo con el gráfico No. 2 de la metodología de Olade.

Pronóstico del número de abonados comerciales, en abonados (Columna 12):

$$No. AB. CO. = No. AB. DO. \setminus KI$$

Pronóstico del consumo de energía eléctrica por parte del sector comercial, en MWh/año (Columna 13):

$$CO. CO. = CO. UN. CO. * No. AB. CO. \setminus 1000$$

Pronóstico del consumo neto industrial, en MWh/año (Columna 14):

$$CO. NE. IN. = X (CO. DO. + CO. CO.)$$

Según las expectativas en la disponibilidad de energía y de acuerdo con lo cuantificado en las encuestas, los cuartos fríos, la fabricación de papel y la industria maderera son los subsectores que mayor demanda generan. Le siguen la producción de jabón, molinos de grano y de pasta, la industria cerámica, papeles,

7.1.2.10

7.1.2.11

7.1.2.12

estos consumos, equivalen al 35% de los requerimientos actuales de energía, lo cual se enmarca dentro del rango especificado por Olade del 30% de consumo residencial y de alumbrado público, en conjunto con el comercial.

7.1.2.13 Pronóstico del consumo de cargas especiales en MWh/año (Columna 15):

Corresponden a las cargas que producen los siguientes subsectores:

- i) Instalaciones para el transporte de pasajeros y carga, hospitalarios, de salud e imprentas.
- ii) Instalaciones para suministro de servicios de comunicaciones, bancarios, hoteleros, restaurantes y servicios empresariales, y
- iii) Oficinas gubernamentales.

El consumo por cargas especiales representan el 3% del consumo de energía eléctrica de los sectores doméstico, de alumbrado público y comercial, es decir, su formulación según Olade sería:

$$CO. CA. ES. = 3\% (CO. DO. + CO. CO.)$$

representa la cantidad de horas en que...

estos consumos, equivalen al 25% de los requerimientos actuales de energía, lo cual se encuentra dentro del rango especificado por OIade del 20% de consumo residencial y de alumbrado público, en conjunto con el comercial.

7.1.2.13 Pronóstico del consumo de cargas especiales en MWh/año (Columna 15).
Corresponden a las cargas que producen los siguientes subsectores:

- i) Instalaciones para el transporte de pasajeros y cargas, hospitales, de salud e imprentas.
- ii) Instalaciones para suministro de servicios de comunicaciones, bancos, hoteles, restaurantes y servicios empresariales.
- iii) Oficinas gubernamentales.

El consumo por cargas especiales representan el 2% del consumo de energía eléctrica de los sectores doméstico, de alumbrado público y comercial, es decir, su formulación según OIade sería:

$$CO.CA.ES. = 2\% (CO.DO. + CO.CO.)$$

7.1.2.14 Pronóstico del consumo neto total, en Mwh/año (Columna 16).

$$CO.NE.TO. = CO.DO. + CO.CO. + CO.NE.IN. + CO.CA.ES.$$

Corresponde a la suma aritmética de los consumos doméstico, de alumbrado público, comercial, neto industrial y de cargas especiales.

7.1.2.15 Pronóstico de las pérdidas de energía, Mwh/año (Columna 17):

$$P.E. = (\text{del } 10 \text{ al } 15\%) * CO.NE.TO$$

Para mantener un margen de amplitud conveniente, asumimos el 15% del consumo neto total.

7.1.2.16 Pronóstico del consumo bruto total en Mwh/año (columna 18):

$$CO.BR.TO. = CO.NE.TO. + P.E.$$

7.1.2.17 Horas de utilización al año, en h (columna 19):

Representa la cantidad de horas en que la pequeña central funciona, y oscila, entre 2100h y 3500h. Para Pizarro se asumió 2100h, es decir que la planta tendrá la tendencia de una planta pico.

7.1.2.14 Pronóstico del consumo neto total en MWh/año (Columna 16):

$$CO.NE.TO. = CO.DO. + CO.CD. + CO.NE.IN. + CO.CA.EB.$$

Corresponde a la suma aritmética de los consumos domésticos, de alumbrado público, comercial, neto industrial y de cargas especiales.

7.1.2.15 Pronóstico de las pérdidas de energía, MWh/año (Columna 17):

$$P.E. = (del 10 al 15\%) * CO.NE.TO.$$

Para mantener un margen de amplitud conveniente, asumimos el 15% del consumo neto total.

7.1.2.16 Pronóstico del consumo bruto total en MWh/año (columna 18):

$$CO.BR.TO. = CO.NE.TO. + P.E.$$

7.1.2.17 Horas de utilización al año, en h (columna 19):

Representa la cantidad de horas en que la pequeña central funciona y oscila, entre 2100h y 2500h. Para Pizarro se asumió 2100h, es decir que la planta tendrá la tendencia de una planta pico.

7.1.2.18 Pronóstico de la demanda máxima de potencia en Kw. (columna 20)

$$DE.MAX. = 1000 * CO / BR.TO. / 2100$$

Los resultados obtenidos por esta metodología, año por año, están consignados en la tabla 7.1 y, en la figura 7.3 con la curva 1, se representa la evolución correspondiente de la demanda a corto y largo plazo.

7.1.3 Segunda metodología.

Para apoyar la toma de una decisión final sobre la capacidad a instalar en la pequeña hidroeléctrica para Pizarro, se siguió un esquema distinto de cálculo, ver Fig. 7.2.

Como se puede apreciar del diagrama, la estimación de la demanda es más sencilla que el esquema anterior, puesto que no existe una desagregación por sectores residencial, comercial, agroindustrial y de alumbrado público. Antes por el contrario, todos los sectores anteriores son unificados en una sola carga total distribuida.

El desarrollo consecutivo del cálculo es:

7.1.3.1 Datos básicos

i) Categoría de los consumidores o abonados: Categoría B, corresponde a usuarios localizados en áreas

A\O	n	Pfn	No. Viv.	Ce	No AB. DO	CO. UN. DO.	CO. DO.	K	CO. UN. CO	kl	No. AB. CO	CO. CO	CO. NE. IN	CO. CA. ES	CO. NE. TO	P. E.	CO. BR. TO	H. Mf	DE. MAX
NN	Un	Hab.	Un		Abonados	Kwh/ab.aio	Mwh/aio		Kwh/ab.aio		Abonados	Mwh/aio	Mwh/aio	Mwh/aio	Mwh/aio	Mwh/aio	Mwh/aio	h	Kw
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1989	0	1724	261	0.45	117	489	57	3	1467	11	11	16	22	2	97	15	112	2100	53
1990	1	1862	282	0.48	135	517	70	3	1551	10	14	22	28	3	123	18	141	2100	67
1991	2	2011	305	0.52	159	550	87	3	1650	9	18	30	35	4	156	23	179	2100	85
1992	3	2172	329	0.55	181	578	105	3	1734	8	23	40	44	4	193	29	222	2100	106
1993	4	2345	355	0.58	206	608	125	3	1824	7	29	53	53	5	236	35	271	2100	129
1994	5	2533	384	0.62	238	642	153	3	1926	7	34	65	65	7	290	44	334	2100	159
1995	6	2736	415	0.65	270	674	182	3	2022	7	39	79	78	8	347	52	399	2100	190
1996	7	2955	448	0.65	291	694	202	4	2776	7	42	117	96	10	425	64	489	2100	233
1997	8	3191	483	0.66	319	719	229	4	2876	7	46	132	108	11	480	72	552	2100	263
1998	9	3446	522	0.66	345	741	256	4	2964	7	49	145	120	12	533	80	613	2100	292
1999	10	3722	564	0.67	378	768	290	4	3072	7	54	166	137	14	607	91	698	2100	332
2000	11	4020	609	0.67	408	790	322	4	3160	7	58	183	152	15	672	101	773	2100	368
2001	12	4341	658	0.68	447	819	366	4	3276	7	64	210	173	17	766	115	881	2100	420
2002	13	4689	710	0.68	483	843	407	4	3372	7	69	233	192	19	851	128	979	2100	466
2003	14	5064	767	0.69	529	873	462	4	3492	7	76	265	218	22	967	145	1112	2100	530
2004	15	5469	829	0.69	572	900	515	4	3600	7	82	295	243	24	1077	162	1239	2100	590
2014	25	11807	1789	0.70	1252	1216	1522	5	6080	7	179	1088	783	78	3471	521	3992	2100	1901

Tabla 7.1 PROYECCION DE LA DEMANDA

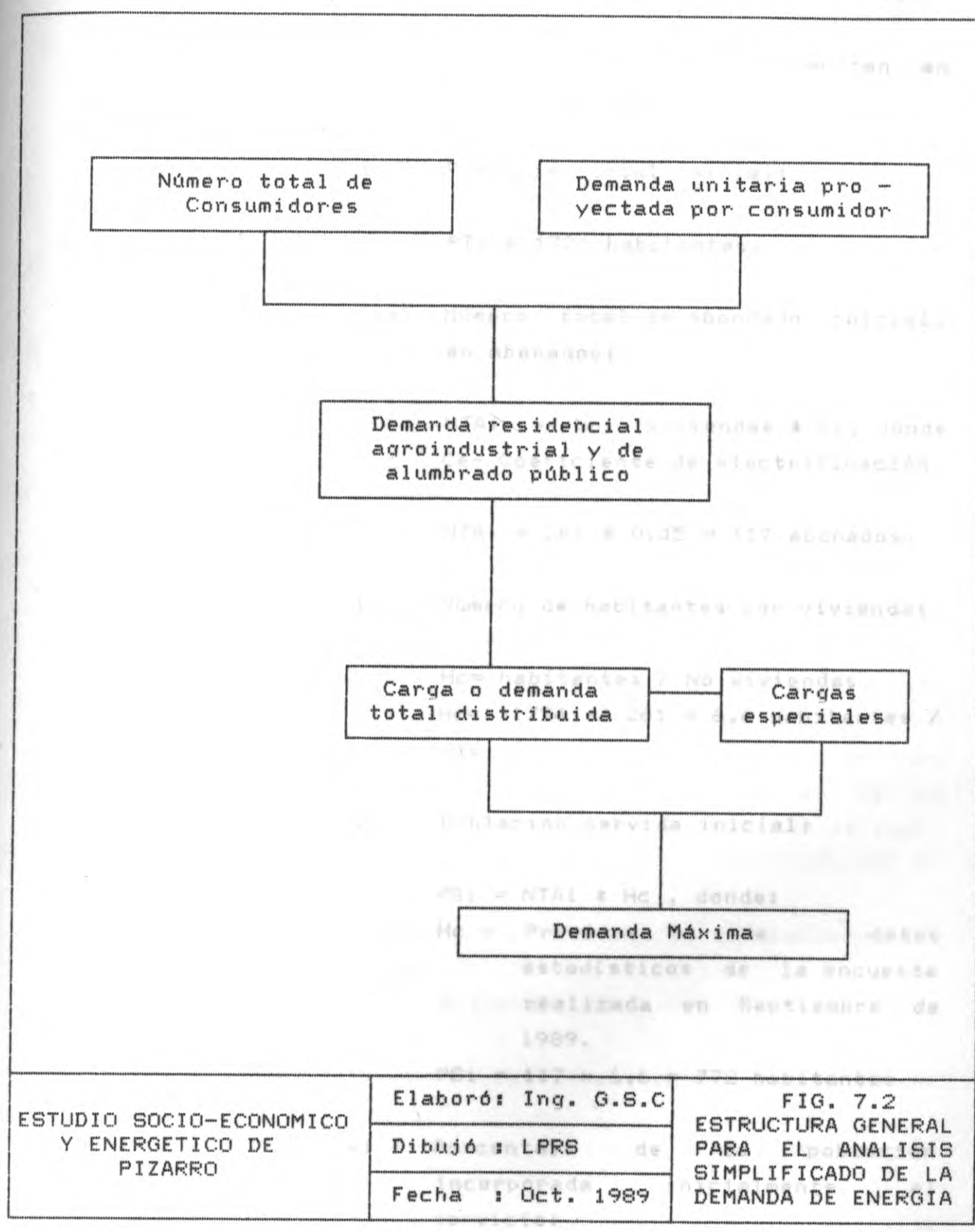
FIG. 7.2
ESTRUCTURA GENERAL
DEL ANALISIS
REPLICADO DE LA
DEMANDA DE ENERGIA

Grupos
parciales

Grupos
parciales

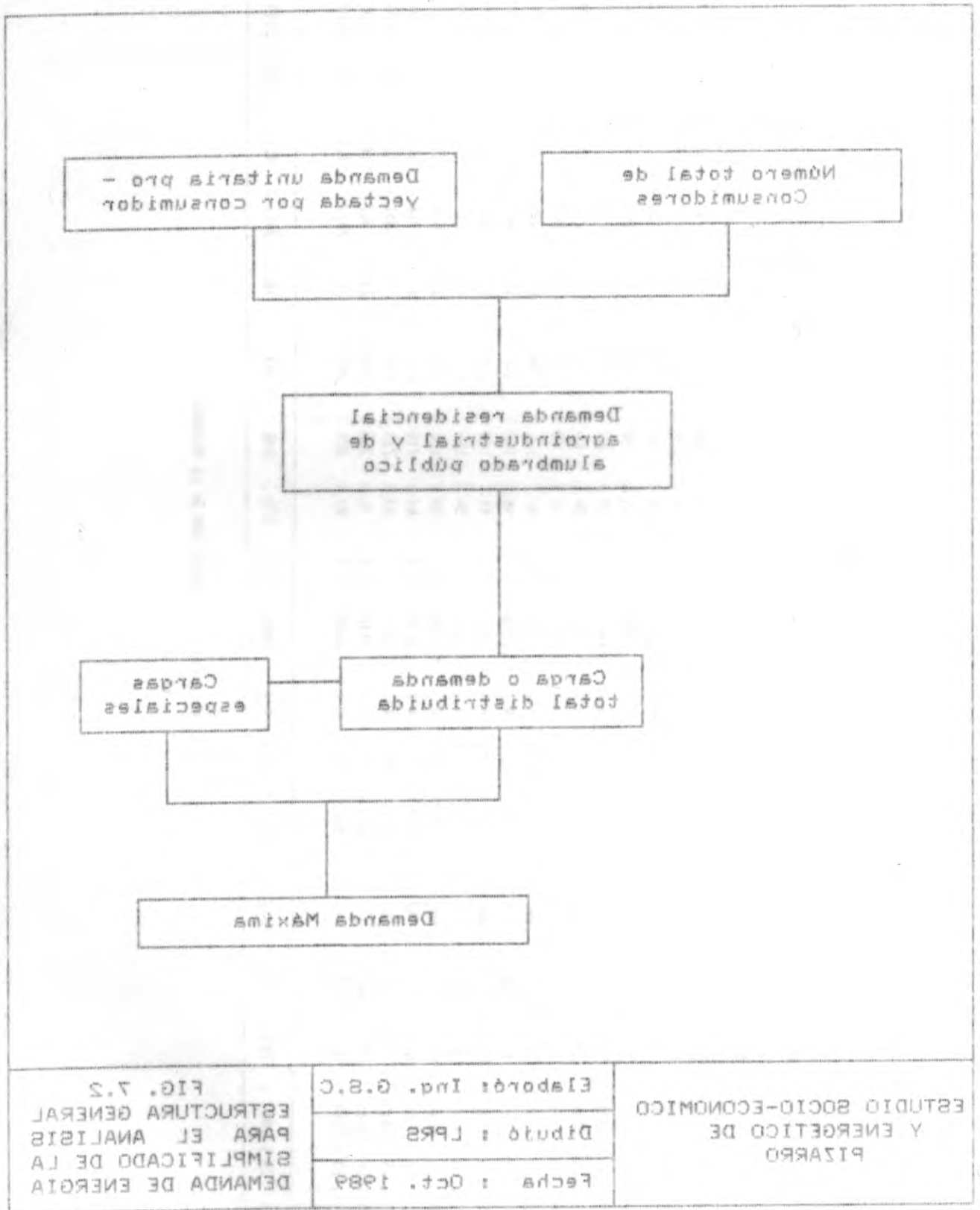
3004	12	2423	853	0.82	235	200	212	4	3000	11	85	532	543	18	341	251	3335	3100	280
3003	14	2084	121	0.83	253	813	425	4	3435	11	12	522	518	33	321	142	1115	3100	230
3005	13	4883	110	0.88	483	843	401	4	3315	11	28	533	135	12	421	158	212	3100	400
3001	15	4341	828	0.88	441	813	382	4	3512	11	24	510	113	11	322	112	881	3100	450
3000	11	4050	803	0.91	408	130	355	4	3190	11	28	183	125	12	415	101	113	3100	308
1448	10	3155	284	0.91	338	188	530	4	3015	11	24	122	131	14	401	31	238	3100	335
1448	8	5449	255	0.92	342	141	522	4	5384	11	42	142	150	15	233	80	213	3100	535
1443	8	3121	483	0.89	313	173	553	4	5812	11	42	135	108	11	480	55	225	3100	523
1442	3	5322	448	0.82	521	24	505	4	5112	11	45	111	28	10	452	44	493	3100	533
1442	8	5139	412	0.82	510	214	185	3	5055	11	32	13	18	8	341	25	233	3100	120
1442	2	5233	384	0.85	538	245	123	3	1352	11	34	22	23	2	538	32	334	3100	124
1443	4	5342	322	0.82	509	268	152	3	1854	11	53	23	23	2	538	32	334	3100	153
1445	3	5115	356	0.82	181	218	102	3	1334	11	52	40	44	4	133	53	355	3100	109
1441	5	5011	302	0.85	123	220	81	3	1220	11	18	30	32	4	122	53	113	3100	82
1440	1	1895	585	0.48	132	211	10	3	1221	10	14	55	58	3	153	18	141	3100	81
1443	0	1554	581	0.42	111	483	21	3	1491	11	11	12	55	5	31	12	115	3100	23

1	5	3	4	3	2	1	8	3	10	11	15	13	14	12	12	11	18	12	50
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----



ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

Elaboró: Ing. G.S.C	FIG. 7.2 ESTRUCTURA GENERAL PARA EL ANALISIS SIMPLIFICADO DE LA DEMANDA DE ENERGIA
Dibujó: LPRS	
Fecha: Oct. 1989	



ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO
 Elaboró: Ing. G.S.C.
 Dibujó: LPRS
 Fecha: Oct. 1989

FIG. 7.2
 ESTRUCTURA GENERAL PARA EL ANALISIS SIMPLIFICADO DE LA DEMANDA DE ENERGIA

rurales que se encuentran en proceso de desarrollo.

ii) Población total inicial:
 $PT_i = 1724$ habitantes.

iii) Número total de abonados inicial, en abonados:

$NTA_i = \text{No. viviendas} * C_e$, donde
 C_e - Coeficiente de electrificación.
 $NTA_i = 261 * 0,45 = 117$ abonados

iv) Número de habitantes por vivienda:
 $H_c = \text{habitantes} / \text{No. viviendas}$
 $H_c = 1724 / 261 = 6,6$ habitantes / vivienda

v) Población servida inicial:
 $PS_i = NTA_i * H_c$, donde:
 H_c - Proviene de los datos estadísticos de la encuesta realizada en Septiembre de 1989.

$PS_i = 117 * 6,6 = 772$ habitantes

vi) Porcentaje de la población incorporada inicialmente al servicio:
 $\% = PS_i / PT_i = 772 / 1724 = 0,45$

Porales que se encuentran en proceso de desarrollo.

ii) Población total inicial: Pti = 1724 habitantes.

iii) Número total de abonados inicial en abonados:

NTA = No. viviendas * Ce, donde Ce = Coeficiente de electrificación

NTA = 261 * 0,45 = 117 abonados

iv) Número de habitantes por viviendas:

Hc = habitantes / No. viviendas
Hc = 1724 / 261 = 6,6 habitantes / viv

v) Población servida inicial:

PSi = NTA * Hc, donde Hc = promedio de datos estadísticos de la encuesta realizada en Septiembre de 1989.

PSi = 117 * 6,6 = 772 habitantes

vi) Porcentaje de PPS incorporada inicialmente:

PSi = Pti * 0,45 = 772 / 1724 = 0,45

7.1.3.2 Pronóstico de la población total proyectada:

$$PTn = PTi \left(1 + \frac{Tc}{100} \right)^n$$

PTi = 1724 hab y Tc = 8%.

7.1.3.3 Relación entre la población total proyectada año por año y la población servida inicialmente:

$$R = PTn / PSi$$

7.1.3.4 Valor de la proyección del porcentaje de la población que se va incorporando al servicio, K2. Este parámetro se adopta de acuerdo con la relación PSi/PTi = 0,45 y la tabla que, con dicho fin, elaboró Olade. Los valores de K2 se anotaron en el renglón 3 de la tabla 7.2.

7.1.3.5 Factor de incremento de consumidores año a año:

$$F.I. = R * K2$$

7.1.3.6 Número total de abonados proyectados año a año:

$$NTn = NTi * F.I. = NTi * K2 * PTn / PSi$$

7.1.3.7 Carga o demanda máxima unitaria proyectada por consumidor, en KVA:

Proycción de la población total proyectada

$$PTn = PTi (1 + r)^n$$

donde:

$$PTn = \text{Proycción de la población total en el año } n$$
$$PTi = \text{Población total inicial}$$
$$r = \text{tasa de crecimiento anual}$$
$$n = \text{número de años}$$

$$PTi = 1724 \text{ hab y } TC = 8\%$$

Relación entre la población proyectada año por año y la población servida inicialmente:

$$R = \frac{PTn}{PTi}$$

Valor de la proyección del porcentaje de la población que se va incorporando al servicio, K2. Este parámetro se adopta de acuerdo con la relación $PTi/PTn = 0.42$ y la tabla que, con dicho fin, elaboró Ojeda. Los valores de K2 se anotaron en el renglón 2 de la tabla 7.2.

Factor de incremento de consumidores año a año:

$$F.I. = R * K2$$

Número total de abonados proyectados año a año:

$$NTW = NTi * F.I. * K2 * PTn / PTi$$

Carga o demanda máxima unitaria a servida por consumidor, en VVA

cons. Los valores de ésta carga, expresada por las letras CUn, dependen del año proyectado y de la categoría de los usuarios.

En ella se incluyen los consumos residencial, comercial, agroindustrial y de alumbrado público. En el renglón 6 se anotan los datos respectivos de CUn.

7.1.3.8 Carga o demanda máxima proyectada por consumidor inicial, en KVA / cons. inicial.

$$CPU_n = F.I. * CUn = k2 * (PTn / PTi) * CUn$$

7.1.3.9 Carga o demanda total distribuida en KVA:

$$CTDn = NTn * CUn$$

Es decir que la carga total distribuida es la multiplicación del número total de abonados proyectados año a año por la carga máxima unitaria proyectada. Los datos obtenidos se muestran en el renglón 8 de la tabla 7.2.

7.1.3.10 Cargas especiales en KVA:

$$CE = 0.1 * CTDn$$

7.1.3.11 Carga o demanda total resultante o demanda nominal (máxima) de potencia, en KVA.

$$CT = CTDn + CE$$

Representa la suma de las demandas

Los valores de esta carga, dependan de las letras CUN, dependan del año proyectado y de la categoría de los usuarios.

En ella se incluyen los consumos residencial, comercial, agroindustrial y alumbrado público. En el renglón 6 se anotan los datos respectivos de CUN.

Carga o demanda máxima proyectada por consumidor inicial, en KVA y consumo inicial.

Carga o demanda total distribuida en KVA: $CTDn = NTN * CUN$

Es decir que la carga total distribuida es la multiplicación del número total de abonados proyectados año a año por la carga máxima unitaria proyectada. Los datos obtenidos se muestran en el renglón 8 de la tabla 7.2.

Cargas especiales en KVA: $CE = 0.1 * CTDn$

Carga o demanda total resultante o demanda nominal (máxima) de potencia, en KVA: $CT = CTDn + CE$

Representa la suma de las cargas

7.1.3.8

7.1.3.9

7.1.3.10

7.1.3.11

residencial, comercial, agroindustrial, alumbrado público y las cargas especiales.

7.1.3.12 Demanda útil máxima de potencia, Kw. $DM = F.P * CT$, donde: FP - Factor de potencia = 0,9

Los valores de la proyección se consignan en el renglón 10 de la tabla de cálculo.

Los resultados recibidos a los 15 años por las dos metodologías de la demanda son muy similares de 590 y 623 Kw, con lo cual podemos, con confianza, afirmar que la demanda máxima proyectada es de 600 Kw.

A manera de comprobación, sometemos los datos calculados a la siguiente comparación:

Como punto de partida, estudiaremos la demanda de potencia diaria en una vivienda rural típica de región apartada, pero con un nivel de vida confortable y moderno, y con un promedio de 6 habitantes. En este caso, suponemos que con un uso racional de los aparatos electrodomésticos, evitaremos la sobrecarga por la utilización simultánea. Es decir durante el día el uso más probable y simultáneo lo pueden

Table with multiple columns and rows, containing numerical data and text. The table is partially obscured by bleed-through from the reverse side of the page. Visible text includes 'Tabla 7.2', 'Carga o demanda total distribuida', and 'Demanda útil máxima de potencia, Kw'.

Al año 2004 la demanda máxima será de 1490 Kw

CONCEPTO	LINEA	FORMULA	A \ O S																
			1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Poblac. total proyectada año por año Tc=8% PTn	1	$n \cdot PTi(1+Tc/100)$	1724	1862	2011	2172	2346	2533	2736	2955	3191	3446	3722	4020	4341	4689	5064	5469	
Poblac. total proyectada / poblac. inicial servida R	2	PTn/Psi	2.23	2.41	2.60	2.81	3.04	3.28	3.54	3.83	4.13	4.46	4.82	5.21	5.62	6.07	6.56	7.08	
Proyección del % de la poblac. incorporada al servicio K2	3	De tabla	0.473	0.473	0.497	0.520	0.543	0.567	0.590	0.613	0.637	0.660	0.683	0.707	0.730	0.753	0.777	0.800	
Factor de incremento de consumidores año por año F.I.	4	(2) x (3)	1.05	1.14	1.29	1.46	1.65	1.86	2.09	2.35	2.63	2.94	3.29	3.68	4.10	4.57	5.1	5.66	
Número total de consumidores proyectado NTn	5	NTi x (4)	123	133	151	171	193	218	245	275	308	344	385	431	480	535	597	662	
Carga o demanda unitaria proyectada por consumidor (Kva/con) CUn	6	De tabla	0.35	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.52	0.56	0.60	0.64	0.68	0.73	0.78	0.83	0.89	0.95	
Carga o demanda unitaria proyectada por consumidor inicial (Kva/Cons. ini.) CPUn	7	(4) x (6)	0.37	0.42	0.52	0.63	0.76	0.91	1.09	1.32	1.58	1.88	2.24	2.69	3.20	3.79	4.54	5.38	
Demanda residencial, comercial, agroindustrial y alumbrado público (Kva) CTDn	8	(5) x (6)	43	49	60	74	89	107	127	154	185	220	262	315	374	444	531	629	
Cargas especiales (Kva) CE	9	Encuestas .1(8)	4	5	6	7	9	11	13	15	19	22	26	32	37	44	53	63	
Demanda máxima (KW) DM	10	$0.9[(8) + (9)]$	42	49	59	73	88	106	126	152	184	218	259	312	370	439	526	623	

Tabla 7.2 PROYECCION DE LA DEMANDA
Al año 2014 la demanda máxima será de 1490 Kw

APARATO	WBO	Potencia Consumida W	Energía Consumida Wh/día
1-Illuminación 3 cuartos	5	3 x 20	300
2-Radio, equipo de audio (23400 Wh/viv.día x 365 días/año)/1000 =			854,1
3-Radio teléfono	0,5	30	15
4-Batidora o licuadora	0,25	100	25
5-Ventilador	0,25	100	25
6-Máquina de coser	0,5	300	150
7-Pequeña plancha	0,5	300	150
8-Nevera 6 pies cúbicos	3,5	180	630
Energía diaria total consumida			2340

tener la plancha, el ventilador, la nevera y un equipo de sonido o televisor.

Es claro que, durante la noche, la potencia pico disminuye debido a la exclusión de la plancha.

APARATO	WBO	Potencia Consumida W	Energía Consumida Wh/día
1-Illuminación 3 cuartos	5	3 x 20	300
2-Radio, equipo de audio (23400 Wh/viv.día x 365 días/año)/1000 =			854,1
3-Radio teléfono	0,5	30	15
4-Batidora o licuadora	0,25	100	25
5-Ventilador	0,25	100	25
6-Máquina de coser	0,5	300	150
7-Pequeña plancha	0,5	300	150
8-Nevera 6 pies cúbicos	3,5	180	630
Energía diaria total consumida			2340

Además, aplicando el criterio de las Naciones Unidas de 100 w/hab, para la demanda pico, obtendríamos que al año 2004, la potencia a instalar sería de 547 Kw. Según Nazaki T. la potencia instalada per cápita para pequeñas centrales oscila entre 30 a 60 w. por habitante, con la cual necesitaríamos para el mismo año 2004, una potencia a instalar de 164 a 328 Kw. Sin embargo, tal como salta a la vista de la tabla 7.3, estos valores per cápita están por

En la plancha, el ventilador, la nevera y un equipo de sonido o televisor.

Es claro que, durante la noche, la potencia pico disminuye debido a la exclusión de la plancha.

Al analizar, al año obtenemos que la energía total consumida para la vivienda de la tabla 7.3 es de:

$$2340 \text{ kWh/viv. año} \times 365 \text{ días/año} / 1000 = 854.1 \text{ kWh/viv. año}$$

Respecto a la tabla 7.1 observamos que el concepto consumo unitario doméstico es compatible en unidades y dentro de los años, en magnitud (900 kWh/año), con la energía total anual por vivienda (854.1 kWh/viv.)

Además, aplicando el criterio de las Naciones Unidas de 100 Wh/día para la demanda pico, obtendríamos que al año 2004, la potencia a instalar sería de 247 Kw. Según Natski T., la potencia instalada por cápita para pequeñas centrales oscila entre 20 a 60 W. por habitante, con lo cual necesitaríamos para el mismo año 2004, una potencia a instalar de 104 a 328 Kw. Sin embargo, tal como se ve en la tabla 7.3, estos valores por cápita están por

APARATO ELECTRODOMESTICO	USO	Potencia Consumida	Energía Consumida
	h/día	W	Wh/día
1-Illuminación 3 cuartos	5	3 x 20	300
2-Radio, equipo de sonido o televisor	6	90	540
3-Radio teléfono	0,5	30	15
4-Batidora o licuadora	0,25	100	25
5-Ventilador	8	35	280
6-Máquina de coser	1,5	100	150
7-Pequeña plancha	0,5	800	400
8-Nevera 6 pies cúbicos	3,5	180	630
Energía diaria total consumida			2340

Tabla 7.3. Energía diaria consumida por vivienda rural con buen nivel de vida en una región apartada.

debajo del nivel de vida esperado.

De todas, la comprobación más precisa se fundamenta en los consumos unitarios domésticos, que nos conducen a un valor de 600 Kw como potencia a instalar en Pizarro en 15 años.

7.1.4 Selección del número de unidades

Para cubrir de una manera más racional la proyección de la curva de demanda, se analizaron dos alternativas en la cantidad de unidades:

7.1.4.1 Alternativa con dos unidades.

Presenta el inconveniente de que la primera unidad de 300 Kw. estará subutilizada, en forma muy notoria, durante los primeros 7 años. Promediando los dos métodos representados en las curvas 1 y 2 de la figura 7.3, ya que en rigor ninguna de las dos es estrictamente exacta, observamos que la primera unidad funciona a menos de la mitad de su capacidad, durante los primeros 6 años, y a menos del 70% durante los siguientes dos años. Finalmente, su capacidad se consume a ritmo acelerado, en los siguientes dos años.

APARATO ELECTRODOMESTICO		USO	Potencia Consumida	Energía Consumida
		h/día	W	Wh/día
1-Illuminación 2 cuartos		2	3 x 20	300
2-Radio, equipo de sonido o televisor		6	90	540
3-Radio teléfono		0,5	20	10
4-Batidora o licuadora		0,25	100	25
5-Ventilador		8	35	280
6-Máquina de coser		1,5	100	150
7-Pedureña plancha		0,5	800	400
8-Nevera 6 pies cúbicos		2,5	180	450
Energía diaria total consumida				2240

Tabla 7.3. Energía diaria consumida por vivienda rural con buen nivel de vida en una región apartada.

debido al nivel de vida esperado.
 De todas, la comprobación más precisa se fundamenta en los consumos unitarios domésticos, que nos conducen a un valor de 600 Kw como potencia a instalar en Pizarro en 15 años.

7.1.4 Selección del número de unidades	
Unidades	Potencia Instalada (Kw)
1	600
2	300
3	200

Para cubrir de una manera más racional la demanda de energía, se analizaron las alternativas en la cantidad de unidades:
 7.1.4.1 Alternativa con dos unidades.
 Presenta el inconveniente de que la primera unidad de 300 Kw, estará subutilizada, en forma muy notable, durante los primeros 7 años de vida útil. Promediando las dos metodologías representadas en las curvas 1 y 2 de la figura 7.2, ya que en ninguna de ellas se está estrictamente estrictamente observamos que la primera unidad funciona a menos de la mitad de su capacidad durante los primeros 5 años, y a menos del 70% durante los siguientes dos años. Finalmente, su capacidad se reduce a ritmo acelerado, en los siguientes dos años.



Este régimen de operación tan inestable de la unidad, sometida a una marcha demasiado forzada, predice que su desgaste será intenso y que el riesgo de averías, a su vez, será mayor. A pesar de que en la práctica de la construcción de hidroeléctricas las inversiones en equipos son menores entre menor sea el número de unidades, en este caso, los gastos por operación y mantenimiento pueden incrementarse tanto que si les sumamos las pérdidas por no prestación del servicio, la solución de dos unidades puede resultar no favorable.

7.1.4.2. Alternativa con tres unidades de 200 Kw

Tiene en su favor un cubrimiento más ceñido de la curva de carga y, en consecuencia, al disminuir la capacidad por unidad, se garantiza un trabajo más estable de la máquina, aminorando los costos por mantenimiento.

Como la puesta en marcha de los equipos es escalonada: la primera unidad en el año base, la segunda en 1995 y la tercera en el año 2000, las inversiones estarán mejor distribuidas en el tiempo. Así logramos un manejo de fondos más flexible, ajustado a las necesidades y a los recursos monetarios disponibles.

Por estas razones, se recomiendan tres unidades, de 200 Kw cada una, para el

ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO	FECHA	Octubre 1989	CURVA DE DEMANDA PICO
	DIBUJO	S. J. J.	
	FIG. 7.3		

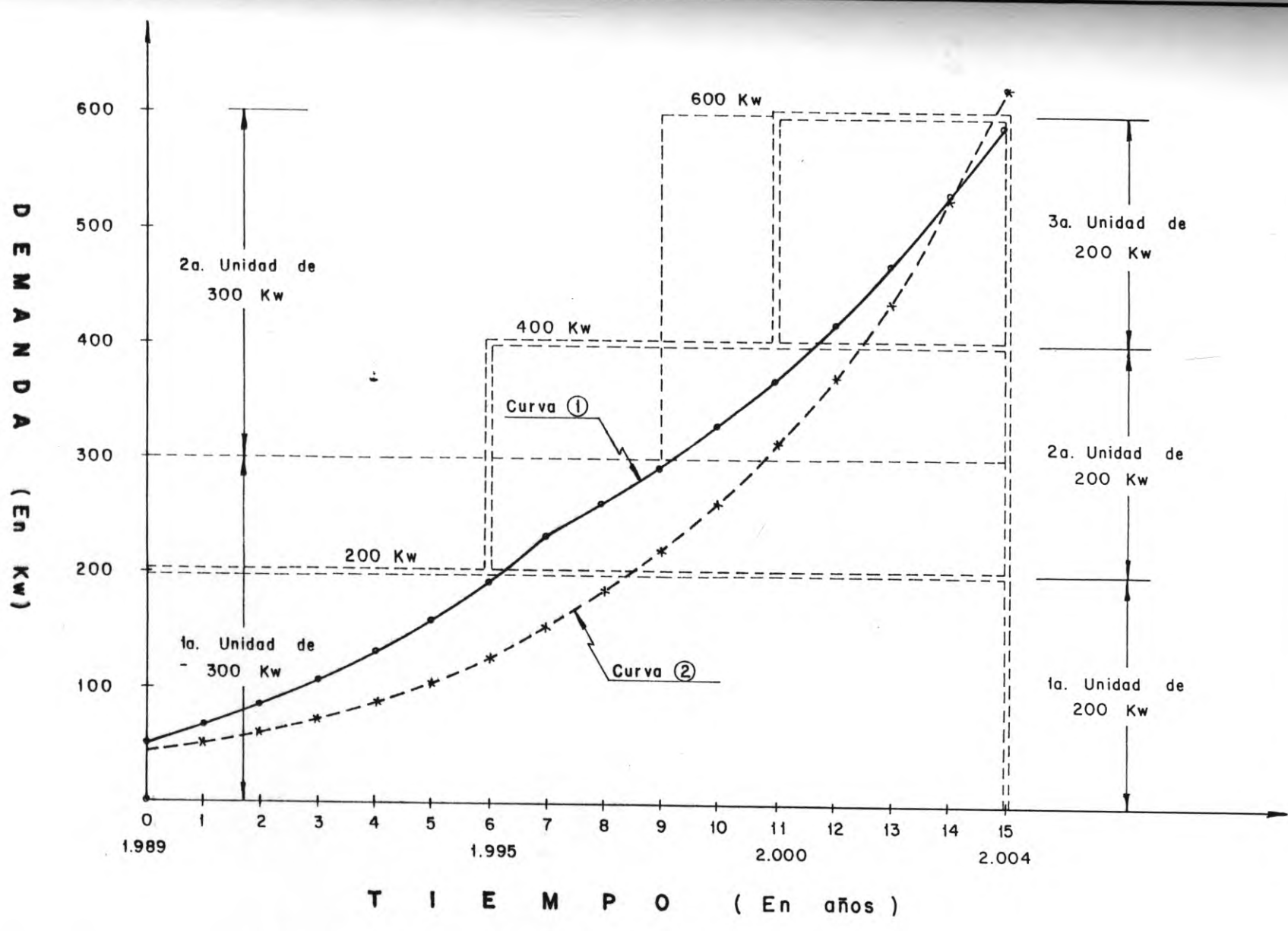
Elaboración de un estudio socio-económico y energético para el Píscar, en el cual se ha considerado la demanda de energía eléctrica para el año 2004, considerando la capacidad de generación de la central hidroeléctrica de Píscar, que es de 600 Kw. Se ha considerado que la demanda de energía eléctrica para el año 2004, considerando la capacidad de generación de la central hidroeléctrica de Píscar, que es de 600 Kw. Se ha considerado que la demanda de energía eléctrica para el año 2004, considerando la capacidad de generación de la central hidroeléctrica de Píscar, que es de 600 Kw.

S.P.I.T.

ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

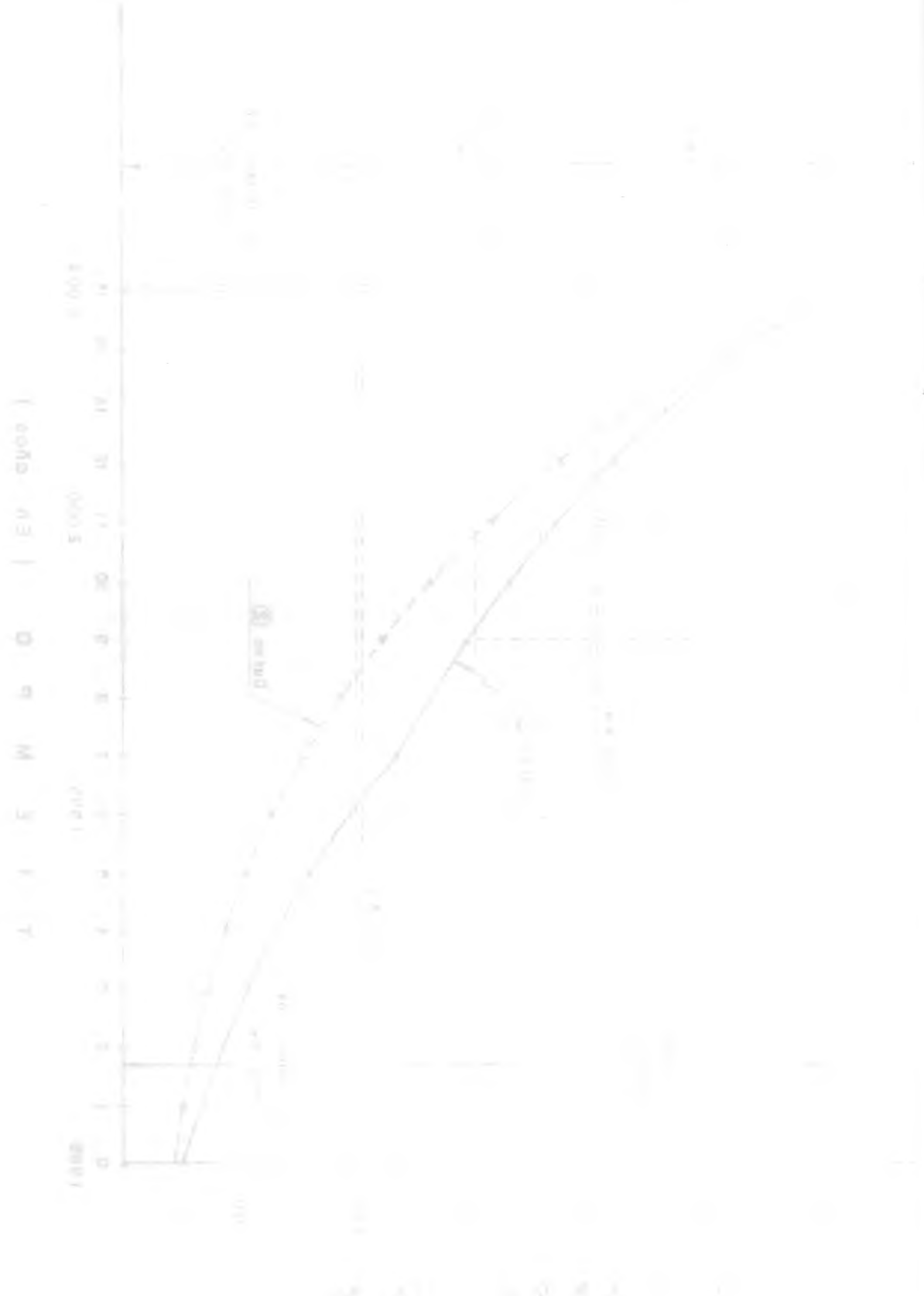
ELABORO : Ing. G. S. C.
 DIBUJO : B. J. Z.
 FECHA : Octubre 1989

FIG. 7.3
CURVA DE DEMANDA PICO



Curva ① según la primera metodología
 Curva ② según la segunda metodología

CUBA ② 1980 10 100000 1000000
 CUBA ① 1980 10 100000 1000000



suministro de energía a Pizarro y sus corregimientos circunvecinos, por un período hasta de 15 años.

7.2 Demanda de otros energéticos

Como resultado del procesamiento de las encuestas, se establecieron los siguientes requerimientos:

Leña	:	134,5 toneladas al mes
Carbón de leña	:	350 Kg al mes
Gasolina	:	2.400 galones/mes
ACPM	:	1.400 galones/mes
Kerosene	:	150 galones/mes
Velas	:	10.000 unidades/mes
Pilas	:	3.400 unidades/mes

suministro de energía a Bizarro y sus
corredimientos circunvecinos, por un
período hasta de 15 años.

7.2 Demanda de otros energéticos

Como resultado del procesamiento de las encuestas, se
establecieron los siguientes requerimientos:

Leña	:	124.5 toneladas al mes
Carbón de leña	:	250 Kc al mes
Gasolina	:	2.400 galones/mes
ACRM	:	1.400 galones/mes
Kerosene	:	150 galones/mes
Velas	:	10.000 unidades/mes
Pilas	:	2.400 unidades/mes

CAPITULO 8
DESCRIPCION GENERAL DEL
PROYECTO ENERGETICO
ADOPTADO

CONTENIDO

PAGINA

Generalidades	8. 1
8.1 Condiciones locales	8. 7
8.1.1 Localización	8. 7
8.1.2 Topografía	8. 9
8.1.3 Hidrología y sedimentos	8. 9
8.1.4 Geología	8.14
8.1.5 Ecología	8.14
8.2 Presa-rebosadero y diques	8.15
8.3 Bocatoma y tubería de carga	8.24
8.4 Selección del equipo electro-mecánico	8.27
8.4.1 Turbina	8.27
8.4.2 Generador	8.30
8.5 Caseta de máquinas	8.30
8.6 Línea de transmisión	8.31
8.7 Materiales de construcción	8.31
8.8 Estimativo de costos	8.31
8.9 Costos índices	8.34
8.9.1 Índice de instalación	8.34
8.9.2 Índice de generación	8.35
8.10 Cuadro de características	8.37

INFORMACION RECOPIADA

LEVANTAMIENTO A MANO ALZADA

LUGAR DE CAPTACION (TINICOTI)
 ARCHO MEDIO DEL CAUCO
 EXCLUSIVO MORRAL DE
 PROXIMIDAD DE DESCIENDES DEL ARCHO
 TRONCO DEL RIO
 ALTUDAD APROXIMADA
 ATORO REALIZADO 0
 CUADRO APROXIMADO OBREROS
 CARACTERISTICAS DEL RIO
 RODEADO AGRICULTOR
 EL RÍO ES MUY PRODUCTIVO
 TRONCO DEL TRONCO DEL RÍO
 ABUNDANCIA DE CONCHAS
 CARACTERISTICAS DE LA CASCADA
 CADA OBRERA
 SETA DE MONTAÑA
 ACCESO
 OBSERVACIONES GENERALES
 CABA = 40 m
 A 5.0 Km. de Pinar
 LEVANTARON 6 SALMÓN
 OSCURA E MISERABLE

DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO ENERGETICO ADOPTADO

Generalidades

Como consecuencia de la evaluación llevada a cabo en el capítulo anterior, la búsqueda de la fuente energética se encausó hacia el aprovechamiento de los ríos y quebradas mediante desarrollos hidroeléctricos. A través de entrevistas con las personas de edad de la zona, tentativamente, se identificaron los distintos sitios de atractivo regional, los cuales fueron inspeccionados y levantados topográficamente en forma directa, sin aparatos de precisión.

Con el objeto de seleccionar en forma ordenada el mejor punto, se visitaron inicialmente los sitios más cercanos y luego los distantes. En primer lugar, se reconocieron los dos brazos de la quebrada Coredo, cuyo levantamiento y demás características se muestran en las figuras 8.1 y 8.2; a continuación el río Usaraqá, cuyos datos se registran en la figura 8.3; luego los ríos Virudó (sobre el Baudó) y el Pegadó, en los cuales no se detectaron lugares de interés y, por lo tanto, no se ejecutó levantamiento alguno.



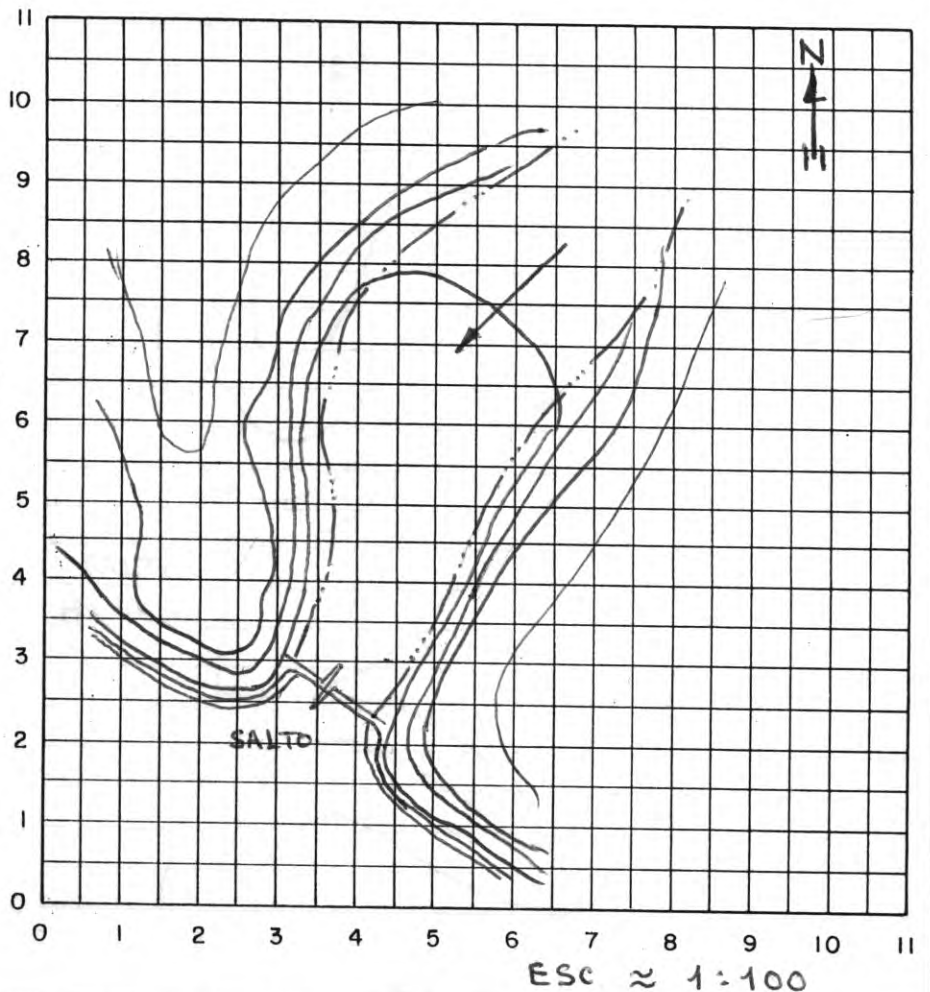
RIO o QUEBRADA COREDO (SEGUNDO BRAZO)

FECHA 19 de septiembre 1989

INFORMACION RECOPIADA

LEVANTAMIENTO A MANO ALZADA

COTA DE CAPTACION (ALTIMETRO) 54,0 m.s.n.m.
 ANCHO MEDIO DEL CAUCE 1,7 m.
 PROFUNDIDAD NORMAL DEL AGUA 0,4 m.
 PROFUNDIDAD DE CRECIENTES DEL AGUA 0,9 m.
 GRADIENTE DEL RIO Aguas arriba (AA) 0,6 %
 VELOCIDAD APROXIMADA 0,15 m/s.
 AFORO REALIZADO Q. 0,102 m³/s.
 CAUDAL APROXIMADO DE CRECIENTE 4,5 m³/s.
 CARACTERISTICAS DEL SITIO DE TOMA DESFILADERO, CONFINADO, ROCOSO, ARRASTRE MINIMO DE SEDIMENTOS, VELOCIDAD MUY BAJA. SALTO H = 40 m.
 TALUDES DEL TERRENO: DERECHO 1.0H:2.5V IZQUIERDO 1.0H:2.0V
 LONGITUD APROX. DE CONDUCCION 60 m.
 CARACTERISTICAS DE LA CONDUCCION A PRESION, EMPINADA, CASI RECTA, 2 CODOS VERTICALES
 COTA DE RESTITUCION 15,0 m.s.n.m.
 ACCESOS CAMINO DE HERRADURA
LONG. APROX. 8.5 Km
 OBSERVACIONES GENERALES POTENCIAL INSUFICIENTE CAIDA = 40 m. POCA AGUA.
A 5.0 Km. de PIZARRO EN LINEA RECTA.
 LEVANTARON G.SALAMANCA. L.MOSQUERA. ABSALOM MOSQUERA B. ANGEL CASTRO. EULALIO MURILLO



ESTUDIO SOCIO ECONOMICO
Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORO: G. SALAMANCA
 DIBUJO: Consuelo Laverde
 FECHA: Sept. /89

FIGURA: 8.1.
 RECONOCIMIENTO DE CAMPO
 No 1 DE 4



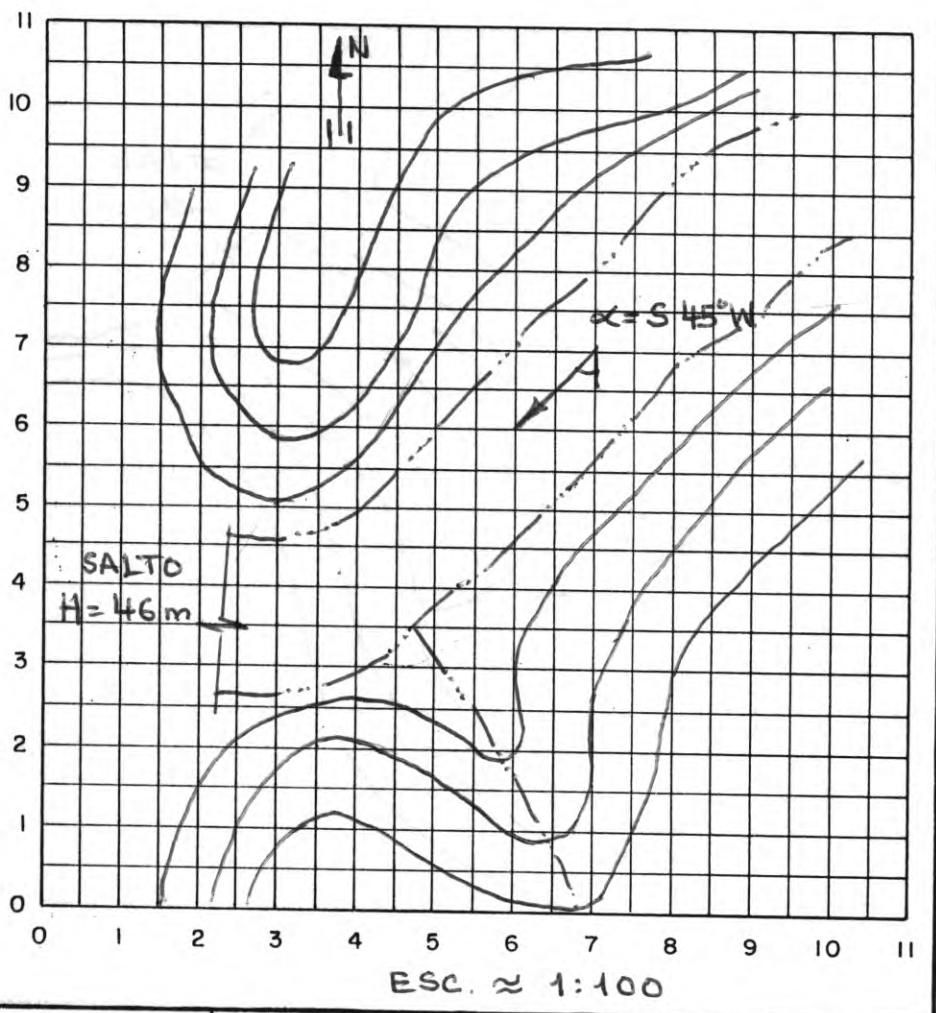
RIO o QUEBRADA COREDO (TERCER BRAZO)

FECHA 5. Noviembre 1989

INFORMACION RECOPIADA

COTA DE CAPTACION (ALTIMETRO) 60,0 m.s.n.m.
 ANCHO MEDIO DEL CAUCE 2,0 m.
 PROFUNDIDAD NORMAL DEL AGUA 0,07 m.
 PROFUNDIDAD DE CRECIENTES DEL AGUA 1,0 m.
 GRADIENTE DEL RIO Aguas arriba 0,8 %
 VELOCIDAD APROXIMADA 0,56 m/s.
 AFORO REALIZADO O. 0,078 m³/s.
 CAUDAL APROXIMADO DE CRECIENTE 4,0 m³/s.
 CARACTERISTICAS DEL SITIO DE TOMA ENCAÑONADO, CAUSE ROOSO, SALTO CONCENTRADO H=46,0 m. LA MAREA LLEGA A 15 m.s.n.m. VELOCIDAD MEDIA BAJA
 TALUDES DEL TERRENO: DERECHO 1,0H:2,0V IZQUIERDO 1,5H:1,0V
 LONGITUD APROX. DE CONDUCCION 60,0 m.
 CARACTERISTICAS DE LA CONDUCCION A PRESION, CASI VERTICAL 2 CODOS VERTICALES 1 HORIZONTAL
 COTA DE RESTITUCION 15,0 m.s.n.m.
 ACCESOS CAMINO DE HERRADURA
LONG. APROX. = 8,5 Km.
 OBSERVACIONES GENERALES POTENCIAL INSUFICIENTE. APROX 23 Kw. HAY RESERVAS DE GRAVILLA DE ANTIGUO ACUEDUCTO DE PILIZA
 LEVANTARON G. SALAMANCA, A. CRUZ, L. MOSQUERA, A. MOSQUERA, ANGEL CASTRO, EULALIO MURILLO.

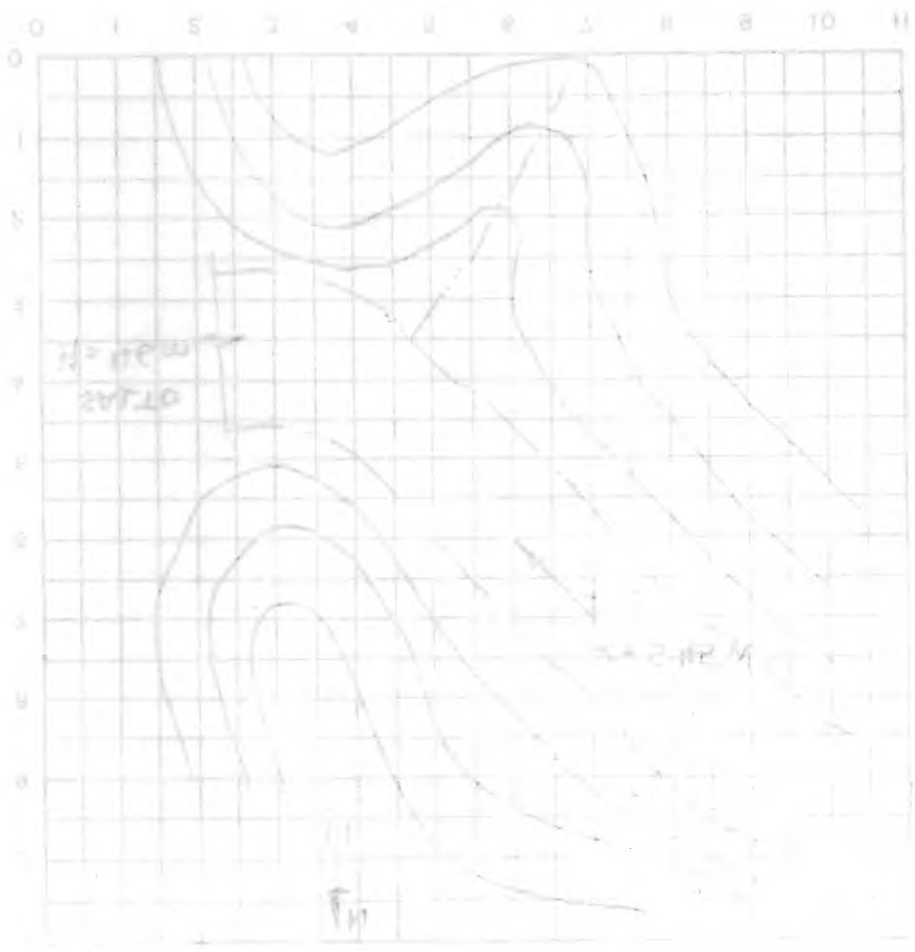
LEVANTAMIENTO A MANO ALZADA



ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORO: G. SALAMANCA
 DIBUJO: Consuelo Laverde
 FECHA: Nov. / 89

FIGURA: 8.2.
 RECONOCIMIENTO DE CAMPO
 No 2 DE 4



ESTUDIO SOCI ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO
 LECHO: 10/11/89
 DIBUJO: CONSUELO LOVERDE
 ELABORADO: G. SALAMANCA
 ESC 1:100
 RECONOCIMIENTO DE CAMPO
 No 3 DE 4

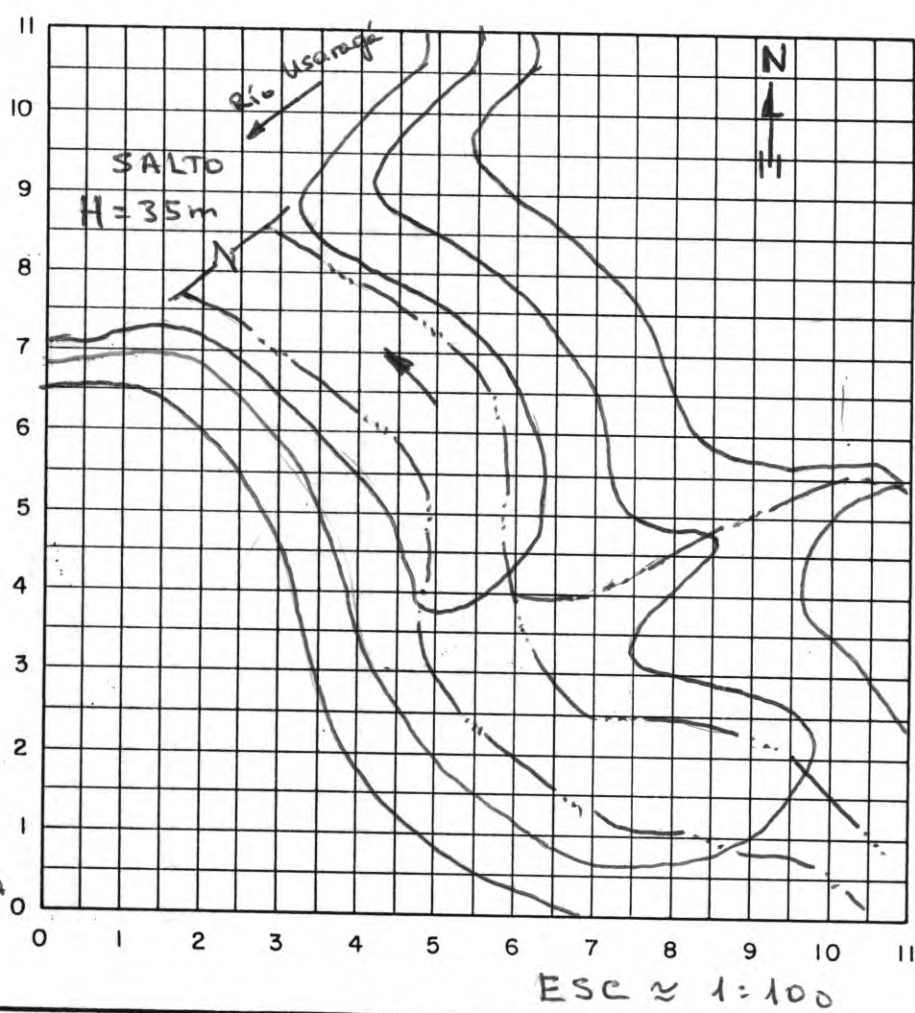
RIO o QUEBRADA USARAGA (AFLUENTE)

FECHA 7 de Noviembre 1989

INFORMACION RECOPIADA

COTA DE CAPTACION (ALTIMETRO) 50,0 m.s.n.m.
 ANCHO MEDIO DEL CAUCE 1,45 m.
 PROFUNDIDAD NORMAL DEL AGUA 0,20 m.
 PROFUNDIDAD DE CRECIENTES DEL AGUA 1,10 m.
 GRADIENTE DEL RIO 0,7 %
 VELOCIDAD APROXIMADA 0,27 m/s.
 AFORO REALIZADO O. 0,11 m³/s.
 CAUDAL APROXIMADO DE CRECIENTE 1,90 m³/s.
 CARACTERISTICAS DEL SITIO DE TOMA PEDREGOSO, BATA
 CAPACIDAD PORTANTE, SALTO DE 25 m.
 LA MAREA LUEGA A 15 m.s.n.m.
 TALUDES DEL TERRENO: DERECHO 1,0H:1,0V IZQUIERDO 1,0H:1,0V
 LONGITUD APROX. DE CONDUCCION 45,0 m.
 CARACTERISTICAS DE LA CONDUCCION A PRESION, CASI VERTICAL
 COTA DE RESTITUCION 15,0 m.s.n.m.
 ACCESOS POR ESTEROS DEL USARAGA, EN LANCHA, A TRAVES DEL FIRME DE USARAGA
 OBSERVACIONES GENERALES POTENCIAL INSUFICIENTE. DISTANCIA DE PIZARRO EN LINEA RECTA. 8 Km
P = 20 KW.
 LEVANTARON G. SALAMANCA, A. CRUZ, L. MOSQUERA, A. MOSQUERA
ANGEL CASTRO, EULALIO MURILLO I.

LEVANTAMIENTO A MANO ALZADA

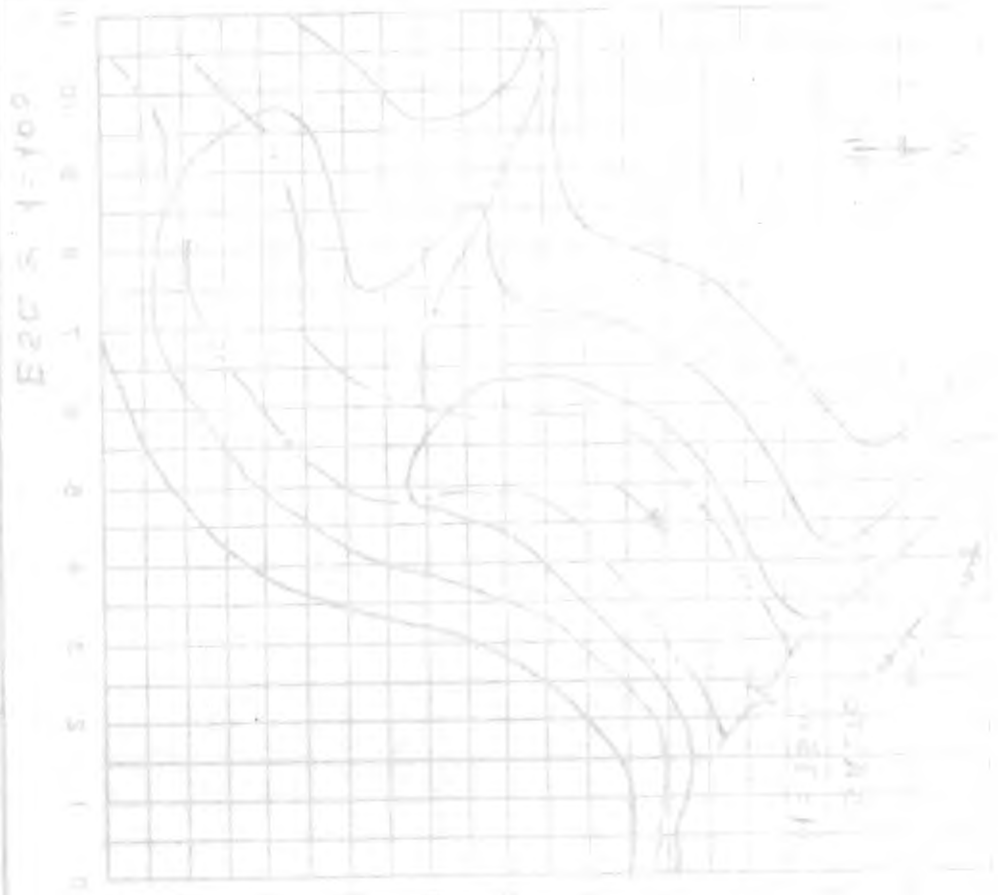


ESC ≈ 1:100

EMECÉLICO DE RÍO
ESTUDIO SOCIOECONÓMICO

LEGENDA:
DISEÑO:
EJECUCIÓN:

NO. 3 DE 11
RECONOCIMIENTO DE CAMPO
FECHA: 8.3.



FECHA: 10. Noviembre 1989
LEVANTAMIENTO A MANO ALZADA

El estudio se realizó en el mes de Noviembre y Diciembre de 1989 en el sector de la quebrada de Pilizá, en el municipio de Pizarro, departamento de Cochabamba. El estudio se realizó en el sector de la quebrada de Pilizá, en el municipio de Pizarro, departamento de Cochabamba. El estudio se realizó en el sector de la quebrada de Pilizá, en el municipio de Pizarro, departamento de Cochabamba.

RIO QUEBRADA PILIZÁ (VALLECHILE)

RIO QUEBRADA PILIZÁ

FECHA 10. Noviembre 1989

INFORMACION RECOPIADA

Como alternativa última se recorrió el cauce del río Pilizá, a lo largo del brazo sur, puesto que es el que más se aproxima a Pizarro. El sitio que brinda los requisitos para la construcción de una microcentral se denomina "El Salto de Pilizá", ver figura 0.4

Actualmente, el acceso tiene lugar a través del río Pilizá hasta cerca del caño Tamborcito, donde prevalecen todavía las buenas condiciones de navegación durante la marea alta. En el futuro, para llegar al sitio del proyecto se requiere un carretable de unos 4,5 Km, que arranque del muelle a construir cerca del caño anotado.

LEVANTAMIENTO A MANO ALZADA

La quebrada Coredó posee considerables saltos, hasta de 46 m de altura, pero su caudal es muy reducido. El primero de los tres brazos se descartó de plano porque de allí se toman las aguas para el acueducto de Pizarro. El segundo brazo se muestra en la figura 0.1 y, por la cantidad de agua aforada, no dispone de más de 25 Kw para instalar. Una situación idéntica a la anterior presenta el tercero de los brazos, desde el cual se tendió la conducción para el acueducto de Pilizá pero, en el momento de la prueba del ducto en PVC, éste colapsó y el proyecto quedó abandonado por agotamiento del presupuesto. En la figura 0.2 se detalla la configuración del lecho. A pesar de esto, se analizó como alternativa trasvasar las aguas de uno de los brazos al otro y, sin embargo, el potencial instalable no supera los 60 Kw, equivalentes tan sólo al 10 % de los requerimientos de Pizarro en energía eléctrica para los próximos quince años.

ESTUDIO SOCIOECONÓMICO Y ENERGÉTICO DEL RÍO PILIZÁ

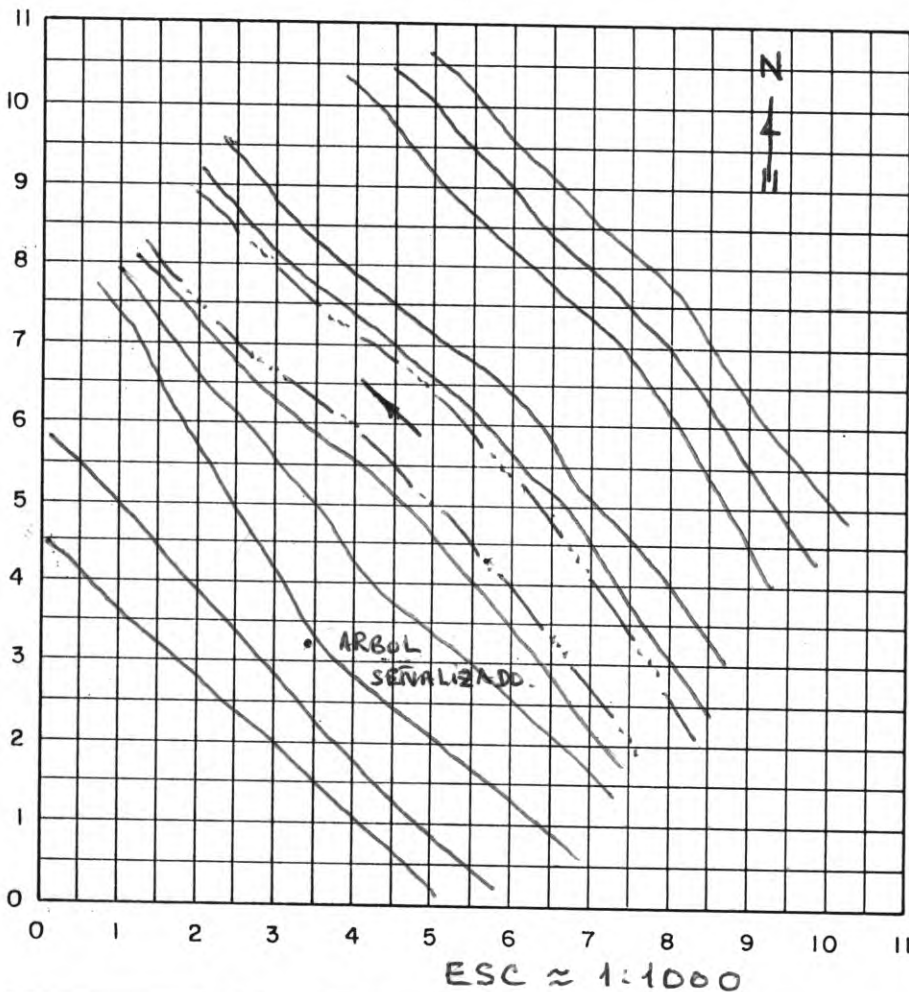
RIO o QUEBRADA PILIZA

FECHA 10. Noviembre 1989

INFORMACION RECOPIADA

COTA DE CAPTACION (ALTIMETRO) EN LA CRESTA 26,0 m. s. n. m.
 ANCHO MEDIO DEL CAUCE 6,0 m.
 PROFUNDIDAD NORMAL DEL AGUA 0,85 m.
 PROFUNDIDAD DE CRECIENTES DEL AGUA 3,70 m.
 GRADIENTE DEL RIO UNIFORME 0,80 %
 VELOCIDAD APROXIMADA 0,70 m/s.
 AFORO REALIZADO Q. 3,57 m³/s.
 CAUDAL APROXIMADO DE CRECIENTE 60,00 m³/s.
 CARACTERISTICAS DEL SITIO DE TOMA TOPOGRAFIA ONDULA-
DA. PARA REALSE DE LA COTA DE TOMA SE
REQUIERE PRESA. TERRENO ARCILLOSO
 TALUDES DEL TERRENO: DERECHO 1,0H: 1,0V IZQUIERDO 1,2H: 1,0V
 LONGITUD APROX. DE CONDUCCION 20,0 m.
 CARACTERISTICAS DE LA CONDUCCION A PRESION, INCORPORADA
EL EL CORPO DE LA PRESA.
 COTA DE RESTITUCION 11,0 m. s. n. m.
 ACCESOS POR MAR, LUEGO POR RIO EN
LANCHA. DE PIZARRO 7 HORAS APROX.
 OBSERVACIONES GENERALES EN LINEA RECTA DE PIZARRO
A UNOS 15 Km. TOPOGRAFIA MUY
QUEBRADA.
 LEVANTARON G. SALAMANCA, A. CRUZ, L. MOSQUERA, EULALIO
MORILLO I; FCO. MOSQUERA; FELIPE IBARGUEN, ULPIANO
VALENCIA e INSPECTOR TIBERINO MORENO VALDI.

LEVANTAMIENTO A MANO ALZADA



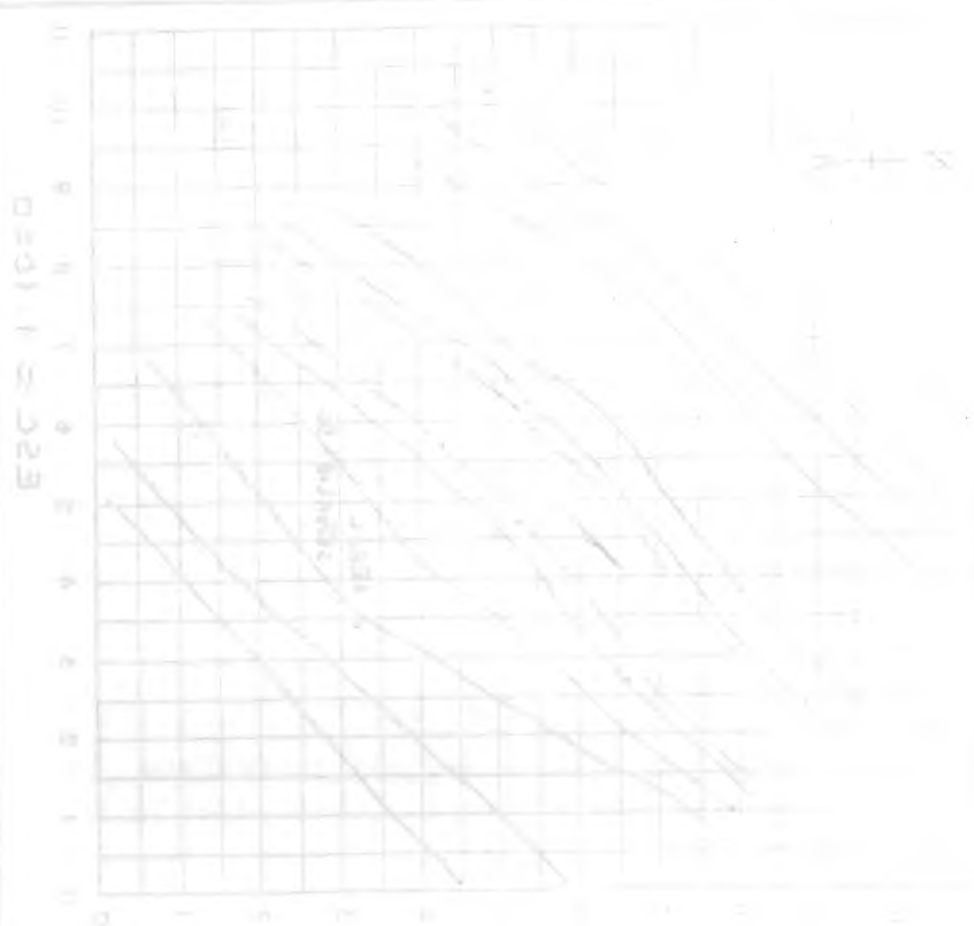
ESC ≈ 1:1000

**ESTUDIO SOCIO ECONOMICO
Y ENERGETICO DE PIZARRO**

ELABORO: G. SALAMANCA
 DIBUJO: Consuelo Laverde
 FECHA: Nov. / 89

FIGURA: 8.4.
RECONOCIMIENTO DE CAMPO
 No 4 DE 4

NOVA 8d
COUNCIL FARMING
S. 2010000000



DE 11 1020
 S. 11
 11 1020
 S. 11
 11 1020
 S. 11
 11 1020
 S. 11

AGRICULTURA DE CUBA

ASÍJIT

LECHO 10 1020000 10200

8.1 Condiciones locales

8.1.1 Localización

Remontando el lecho del río Pilizá, a 20 Km y 325 m aproximadamente de la desembocadura del río al mar, se encuentra el sitio escogido, cuyo nombre es "El Salto". En línea recta de Pizarro se localiza al nordeste a 15 Km y 400 metros. Ver figura 8.5.

En este sentido es importante el concepto de la VOEST-ALPINE Y KOSSLER, expuesto por Terlinden G. en (25), y que se transcribe literalmente: "El sistema de transmisión eléctrica con su parte considerable en los costos de inversión, muchas veces representa el límite natural del área de distribución. Por esto, el círculo máximo de abastecimiento no debe pasar de 10 Km para potencias hasta de unos 100 Kw y 25 Km para potencias hasta de 2.000 Kw."

En el país existen proyectos de pequeñas centrales localizadas a distancias similares y aún mayores de las poblaciones a servir, por ejemplo: la PCH de Juradó a 14 Km del pueblo y la PCH de Bahía Solano, sobre la quebrada Mutatá a 30 Km de la cabecera municipal. Quebrada Armatadere

OCEANO PACIFICO

11.000

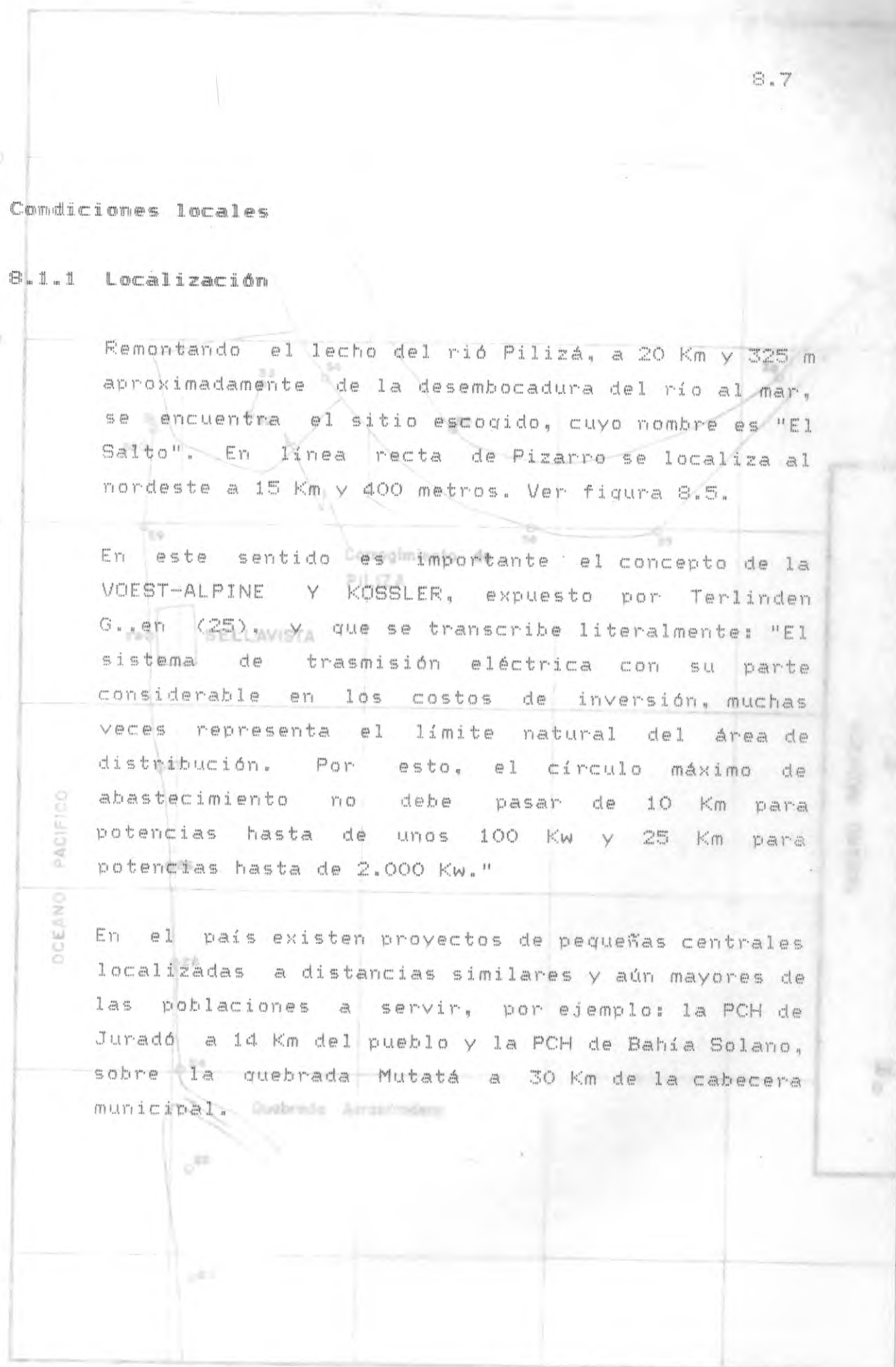
12.000

13.000

14.000

15.000

16.000



OCEANO PACIFICO

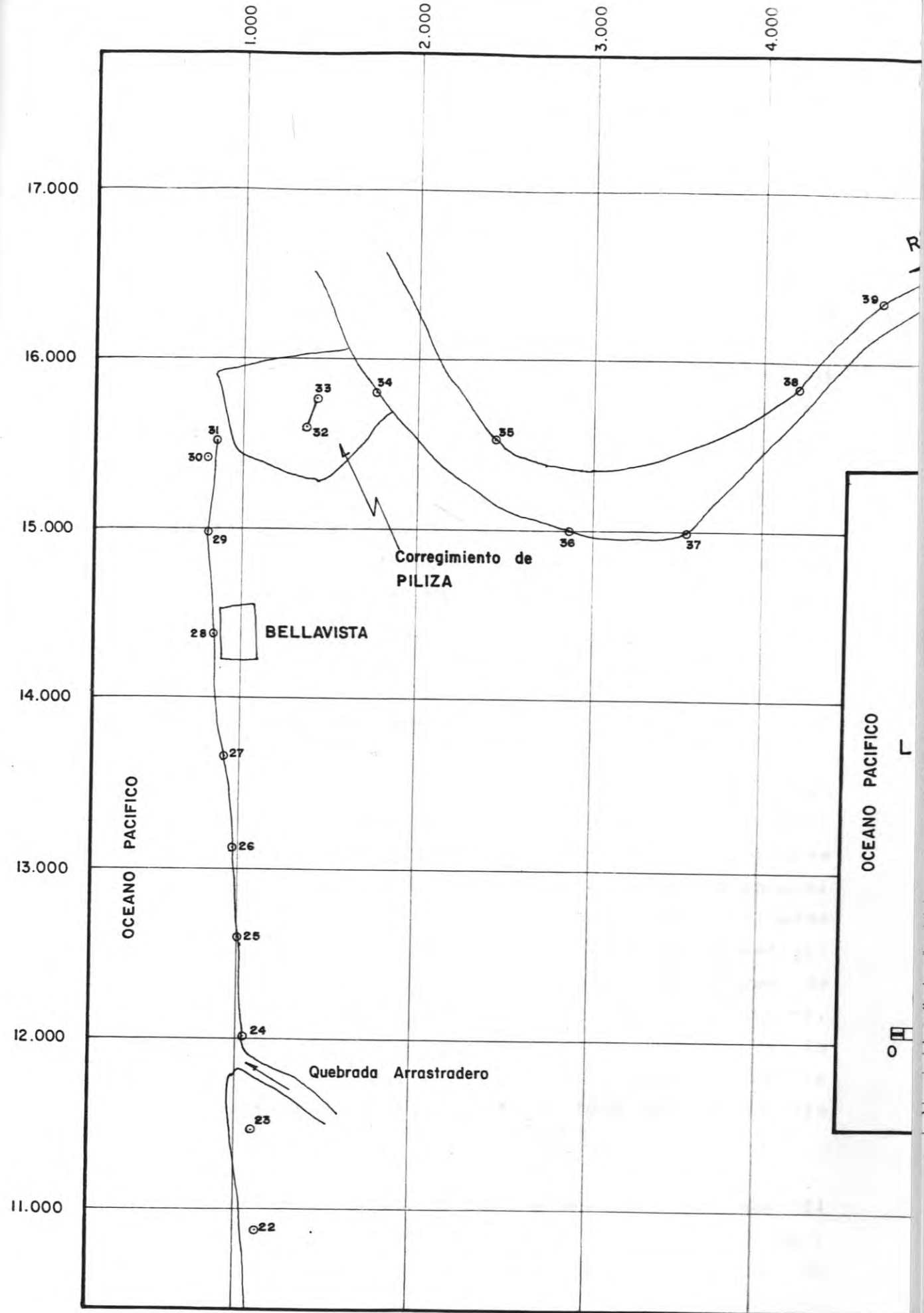
OCEANO PACIFICO

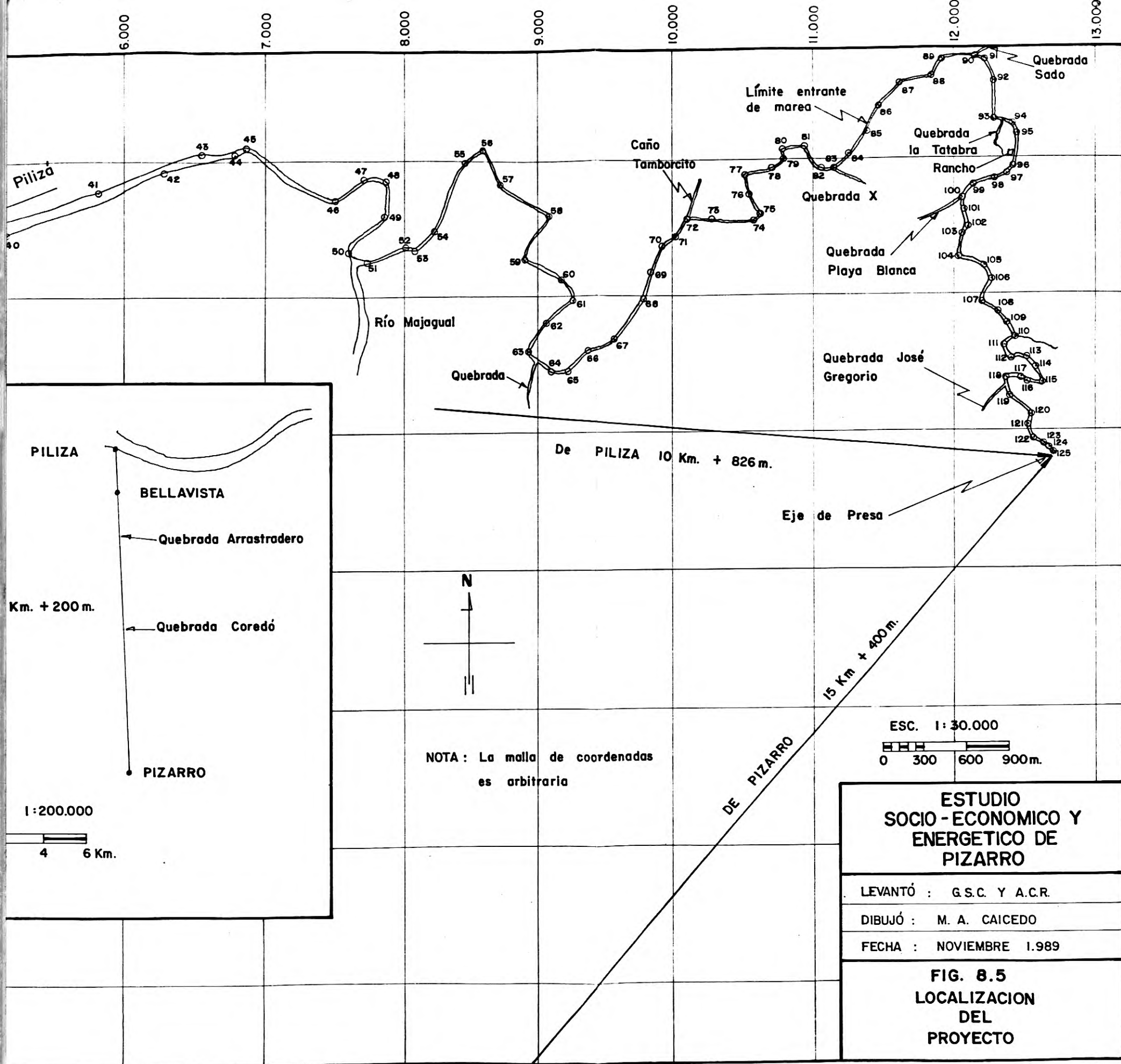
Remontando el lecho del río Piliza, a 20 Km y 225 m aproximadamente de la desembocadura del río al mar, se encuentra el sitio escogido, cuyo nombre es "El Gallo". En línea recta de Pizarro se localiza al nordeste a 15 Km y 400 metros. Ver figura 8.5.

En este sentido es importante el concepto de la VOEST-ALPINE Y KOBELER, expuesto por Terlingen G., en (25), y que se transcribe literalmente: "El sistema de transmisión eléctrica con su parte considerable en los costos de inversión, muchas veces representa el límite natural del área de distribución. Por esto, el círculo máximo de abastecimiento no debe pasar de 10 Km para potencias hasta de unos 100 Kw y 25 Km para potencias hasta de 2.000 Kw."

En el país existen proyectos de pequeñas centrales localizadas a distancias similares y aún mayores de las poblaciones a servir, por ejemplo la PCH de Chuabó a 14 Km del pueblo y la PCH de Bahía Solano, sobre la quebrada Mutatá a 20 Km de la cabecera municipal.

8.1 Condiciones locales
8.1.1 Localización





Piliza

Límite entrante de marea

Caño Tamborcito

Quebrada la Tatabra

Rancho

Quebrada X

Quebrada Playa Blanca

Río Majagual

Quebrada

Quebrada José Gregorio

PILIZA

BELLAVISTA

Quebrada Arrastradero

Quebrada Coredó

PIZARRO

De PILIZA 10 Km. + 826 m.

Eje de Presa

DE PIZARRO

15 Km + 400 m.

N

NOTA: La malla de coordenadas es arbitraria

ESC. 1:30.000

0 300 600 900m.

1:200.000

4 6 Km.

ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

LEVANTÓ : G.S.C. Y A.C.R.

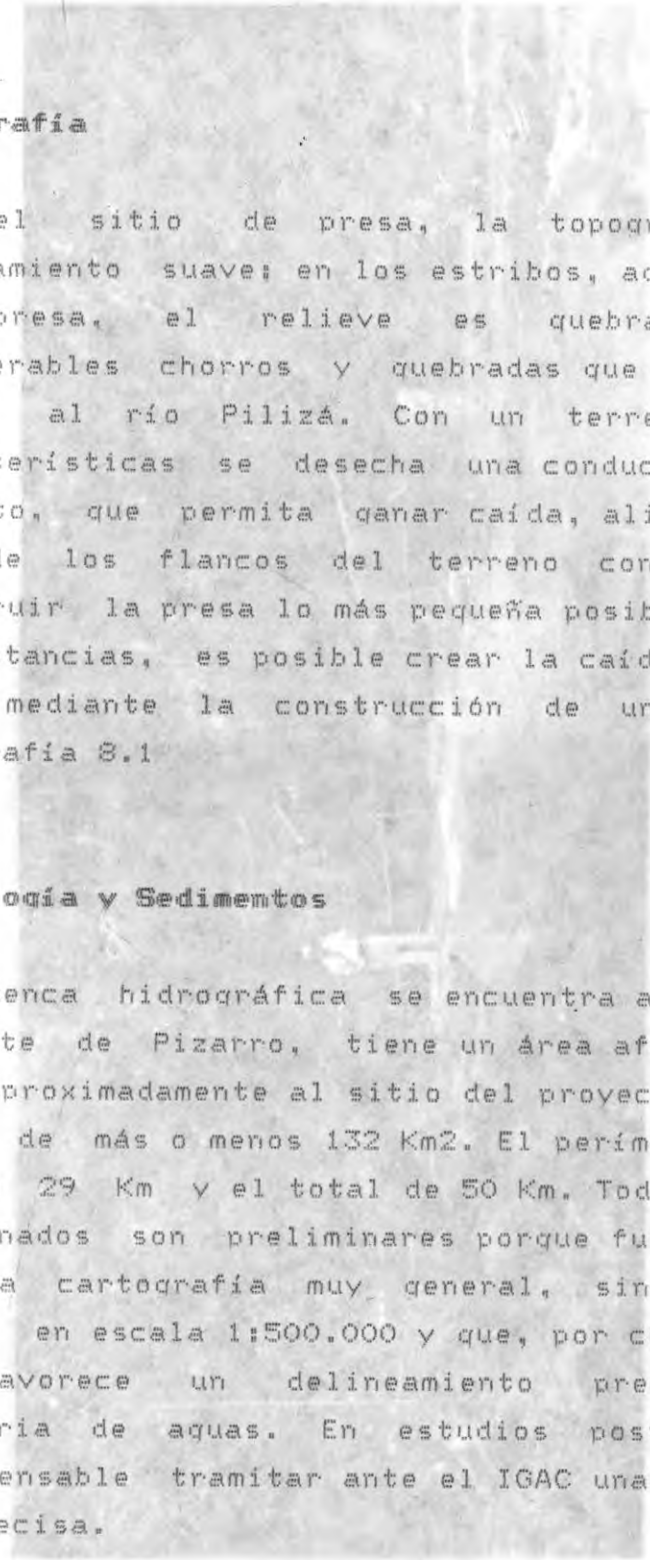
DIBUJÓ : M. A. CAICEDO

FECHA : NOVIEMBRE 1.989

FIG. 8.5 LOCALIZACION DEL PROYECTO

8.1.2 Topografía

En el sitio de presa, la topografía es de ondulamiento suave; en los estribos, aguas abajo de la presa, el relieve es quebrado por los innumerables chorros y quebradas que tributan sus aguas al río Pilizá. Con un terreno de esas características se desecha una conducción a flujo abierto, que permita ganar caída, alineandose por uno de los flancos del terreno con el fin de construir la presa lo más pequeña posible. En estas circunstancias, es posible crear la caída requerida sólo mediante la construcción de una presa. Ver fotografía 8.1



8.1.3 Hidrología y Sedimentos

La cuenca hidrográfica se encuentra al norte y al nordeste de Pizarro, tiene un área aferente de 38 Km2 aproximadamente al sitio del proyecto y un área total de más o menos 132 Km2. El perímetro parcial es de 29 Km y el total de 50 Km. Todos los datos mencionados son preliminares porque fueron medidos en una cartografía muy general, sin curvas de nivel, en escala 1:500.000 y que, por consiguiente, no favorece un delineamiento preciso de la divisoria de aguas. En estudios posteriores es indispensable tramitar ante el IGAC una cartografía más precisa.

Del nacimiento al sitio de presa, denominado "El Salto Pilizá", el río tiene una longitud de 14 Km y hasta la desembocadura un total de 35 Km. Se

CONVINO NACIONAL

8.1.2 Topografía

En el sitio de presa, la topografía es de ondulamiento suave; en los estrados, aguas abajo de la presa, el relieve es quebrado por los innumerables chorros y quebradas que tributan sus aguas al río Pilizá. Con un terreno de esas características se desecha una conducción a flujos abiertos, que permita ganar caída, alineándose por uno de los flancos del terreno con el fin de construir la presa lo más pequeña posible. En estas circunstancias, es posible crear la caída requerida sólo mediante la construcción de una presa. Ver fotografía 8.1

8.1.3 Hidrología y Sedimentos

La cuenca hidrográfica se encuentra al norte y al nordeste de Pizarro, tiene un área afrente de 28 Kms aproximadamente al sitio del proyecto y un área total de más o menos 122 Kms. El perímetro parcial es de 29 Km y el total de 50 Km. Todos los datos mencionados son preliminares porque fueron medidos en una cartografía muy general, sin curvas de nivel, en escala 1:200.000 y que, por consiguiente, no favorece un delineamiento preciso de la divisoria de aguas. En estudios posteriores es indispensable tramitar ante el IGAC una cartografía más precisa.

Del nacimiento al sitio de presa, denominado "El Salto Pilizá", el río tiene una longitud de 14 Km y hasta la desembocadura un total de 25 Km. Se



Fotografía 8.1. Levantamiento topográfico del sitio de presa. Río Pilizá

presume que la cuenca se desarrolla en su totalidad por debajo 250 m.s.n.m. de altitud. El clima es de bosque pluvial, tropical, cálido e hiperhúmedo, dada la influencia del Litoral Pacífico.

La pendiente del río es baja y uniforme en todo su trayecto, con un promedio inferior al 0.8%.

La parte inferior del río está influenciada por la marea que alcanza a adentrarse hasta 16 Km de la desembocadura, o sea, hasta un sitio intermedio entre el caño Tamborcito y la quebrada Sado, cerca de la quebrada X (los pobladores no le conocen el nombre). Ver figura 8.5.

El tramo entre la quebrada X y la quebrada José Gregorio se recuesta mucho hacia el norte alejándose de Pizarro a más de 16 Km, lo cual incrementa los costos por concepto de la línea de transmisión.

Si buscamos aproximarnos, tendríamos que seguir hacia el sur, o sea río arriba, pero allí el agua va a ser insuficiente. Por esto se escogió el sitio marcado como el eje de la presa.

En el caso de incluir a Pilizá en el plan de abastecimiento eléctrico, el sitio de presa debería bajarse en elevación, es decir, debe buscarse un nuevo sitio aguas arriba de la quebrada X y es necesario recalcular la demanda. Se estima que Pilizá tiene no menos de 80 casas, con lo cual los requerimientos pueden ascender a más de 850 Kw para

en cuenta que el costo de la energía

... con la finalidad de... El clima es de... hipérbico...

... la pendiente del río es... con un promedio inferior al 0.8%.

... la parte inferior del río... a adentrarse hasta 10 km de la... un sitio intermedio...

... El tramo entre la quebrada X y la quebrada José... se recuesta mucho hacia el norte...

... Si pudiéramos aproximarnos... tendríamos una sección... que sea más allá del sitio...

... En el caso de... a Pizarro en el plan de... el sitio de presa debería... debe ubicarse un...

el proyecto.

Tal como ya se estableció en el capítulo 7, el proyecto de la PCH sobre el río Pilizá, para abastecer a Pizarro y corregimientos circunvecinos, cuenta con una capacidad de 600Kw.

Aplicándole al área aferente un rendimiento estimado de 50 l/s/Km2, el cual es bajo para la zona dadas las condiciones de conservación de la cuenca y de alta pluviosidad, podemos identificar el caudal mínimo en 2.28 m3/s.

El caudal medio se identifica con las isoyetas promedio de rendimiento, que para la zona no debe ser inferior a 150 l/s/km2, con lo cual obtenemos un valor de 5,70 m3/s.

Las crecientes máximas fueron evaluadas mediante métodos racionales empíricos, ya que la zona no tiene observaciones hidrométricas.

Para el efecto se requiere con urgencia tramitar ante el HIMAT, la instalación de una estación hidrométrica aguas arriba de la quebrada X, o sobre el río Purricha, en caso de que la decisión se adopte en éste sentido. Con los datos registrados en un año como mínimo o tres preferiblemente, se puede sopesar el concepto teórico de una metodología de cálculo.

La creciente de desviación y la creciente máxima probable se determinaron con la fórmula de Creager, teniendo en cuenta que el coeficiente de Creager

el proyecto, el proyecto de la FCM sobre el río Piliza, para practicar el sistema y correimientos circunvecinos, cuenta con una capacidad de 600KW.

Aplicándose al área referente un rendimiento estimado de 50 l/s/Km2, el cual es dato para la zona de las condiciones de conservación de la cuenca y de alta pluviosidad, podemos identificar el caudal mínimo en 2.28 m3/s.

El caudal medio se identifica con las lavetas promedio de rendimiento, que para la zona no debe ser inferior a 150 l/s/Km2, con lo cual obtenemos un valor de 2.70 m3/s.

Las crecientes máximas fueron evaluadas mediante métodos racionales empíricos, ya que la zona no tiene observaciones hidrométricas.

Para el efecto se requiere con urgencia presentar ante el HIMAT, la instalación de una estación hidrométrica sobre arroyo de la quebrada X, o sobre el río Putricha, en caso de que la decisión se adopte en este sentido. Con los datos registrados en un año como mínimo a fines preferiblemente, se puede elaborar el concepto técnico de una metodología de cálculo.

La crecencia de desviación y la crecencia máxima se determinan con la fórmula de Creager.

involucrado debe ser de mediana magnitud porque la categoría del proyecto, de 15 m de caída, no amerita sobredimensionarlo.

Para la determinación de la crecencia de desviación, el coeficiente de Creager se asumió C = 9 y para la crecencia máxima C = 40. De esta manera se identificaron los siguientes caudales de diseño:

Para la desviación:

$$Qd = 1.3 \cdot C \cdot [A/2,59]^{0.936} \cdot A^{-0.048}, \text{ donde:}$$

- Qd - caudal del período de desviación, en m3/s;
- A - Área aferente, en Km2;
- C - Coeficiente de Creager.

$$Qd = 1.3 \cdot 10 \cdot [38/2,59]^{0.936} \cdot 38^{-0.048}, \text{ donde:}$$

$$Qd = 97 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para el rebosadero, se utilizará la fórmula de Creager.

$$Qcm = 1.3 \cdot 40 \cdot [38/2,59]^{0.936} \cdot 38^{-0.048}, \text{ donde:}$$

Qcm - caudal de la crecencia máxima, en m3/s

$$Qcm = 430 \text{ m}^3/\text{s}$$

involucrada debe ser de mediana magnitud porque la
categoría del proyecto de 15 m de caída, no
exige este tipo de mantenimiento.

Para la determinación de la crecencia de
desviación, el coeficiente de Creager se asumió
C = 9 y para la crecencia máxima C = 40. De esta
manera se identificaron los siguientes caudales de
diseño:

Para la desviación:

$$Qd = 1.3 C [A \cdot 2.59]^{0.9267} \quad \text{donde:}$$

Qd - Caudal del periodo de desviación, en m³/s;
A - Área aparente, en Km²;
C - Coeficiente de Creager.

$$Qd = 1.241036 \cdot 2.59^{0.9267} \quad \text{donde:}$$

$$Qd = 97 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para el repesadero:

$$Qcm = 1.2440138 \cdot 2.59^{0.9267} \quad \text{donde:}$$

Qcm - Caudal de la crecencia máxima, en m³/s

$$Qcm = 450 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sedimentos

Aunque la cuenca se halla casi inalterada, el río
arrastra gran cantidad de troncos, raíces, ramas y
piedras que son inconveniente para una bocatoma
frontal a la corriente.

8.1.4 Geología

En la base de la presa se encontró material
arcilloso de grano fino y presencia de arena. En
los flancos aguas abajo de la presa han ocurrido
desprendimientos y derrumbes de los taludes,
ocasionados por la meteorización de la roca cuando
se expone a los agentes atmosféricos. Ello obliga a
excluir como alternativa la posibilidad de utilizar
un canal de conducción a flujo libre y uniforme que
permita concentrar la caída y ganar potencia.

Desde ya se prevé la impermeabilización de la
base, pero el método a seguir, se adoptará después
de la ejecución de apiques, trincheras y/o sondeos.

8.1.5 Ecología

Hambientalmente, la hoya está en condiciones
inmejorables de conservación, sin focos de erosión,
con una fauna poco explotada y una cobertura
vegetal poco perturbada por algunos platanales y
cocales cultivados en las orillas.

El impacto ambiental del proyecto es poco

Sedimentos

Aunque la muestra se halla casi inalterada, el río arrastra gran cantidad de troncos, raíces, ramas y piedras que son inconvenientes para una docena de...

8.1.4 Geología

En la base de la presa se encontró material arenoso de grano fino y presencia de arena. En los flancos aguas abajo de la presa han ocurrido deslizamientos y derrumbes de las taludes ocasionados por la meteorización de la roca cuando se expone a los agentes atmosféricos. Ello obliga a...

Debido a la imposibilidad de la base, pero el método a seguir, se adaptará después de la ejecución de algunos trabajos...

8.1.5 Ecología

Habitualmente, la zona está en condiciones favorables de conservación, sin focos de erosión, con una fauna poco explotada y una cobertura vegetal poco perturbada por algunos distantes y locales cultivados en las orillas.

El estudio ambiental del proyecto se basa...

significativo y, por lo tanto, es en alto grado mitigable debido a que el área a inundar es muy pequeña. El efecto sobre la fauna acuática se maneja implantando cultivos piscícolas en la zona aguas arriba de la presa.

Esta parte del río aún es navegable por embarcaciones pequeñas: tipo potrillos y champas. Con la presa se interrumpe la comunicación fluvial que aunque es rara vez utilizada, merece la debida atención. La gente requiere de adaptaciones a las nuevas condiciones. La preparación debe prever la disposición de dos embarcaciones, una antes y otra después de la presa para aliviar este efecto; siempre y cuando se prevean las respectivas escaleras, cómodas y seguras, de ascenso de los peatones por la presa.

8.2 Presa-rebosadero y diques

El tipo de presa, con vertimiento por encima de la cresta, es de tipo gravitacional, en concreto, con diques de confinamiento en tierra.

El predimensionamiento lo realizamos de tal manera que se evite la erosión abajo de la presa, en el sitio de restitución de las aguas al río.

Adoptamos un caudal unitario por metro de frente, aguas abajo de:

q = 18 m³/s/m. habiendo cuenta de los...

El tipo de presa, con vertimiento por encima de la cresta, es de tipo gravitacional, en concreto, con diques de confinamiento en tierra.

El procedimiento de realización de tal manera que se realiza la estación abajo de la presa, en el tipo de vertimiento de las aguas al río.

8.15 Presa-rebosadero y diques

El tipo de presa, con vertimiento por encima de la cresta, es de tipo gravitacional, en concreto, con diques de confinamiento en tierra.

El procedimiento de realización de tal manera que se realiza la estación abajo de la presa, en el tipo de vertimiento de las aguas al río.

Además un canal unitario por medio de frentes aguas abajo del

de 19 m de ancho

El caudal unitario en la cresta del rebosadero será:

q_{cr} = q/0.8 = 18 / 0.8 = 22.5 m³/s/m.

La longitud de la cresta del rebosadero:

B_{cr} = Q_{cm}/q_{cr} = 430/22.5 = 19.1 m.

La lámina de agua sobre la cresta:

H_{cr} = {Q_{cm} / [K_d * B_{cr} * (2g)^{0.5}]}^{2/3}, donde:

- K_d - Coeficiente de descarga, para predimensionamiento K_d = 0,46
g - Aceleración de la gravedad, en m/s².

por consiguiente:

H_{cr} = { 430 / [0.46 * 19.2 * (2 * 9.81)^{0.5}]}^{2/3} = 4,95 m

Asumimos:

H_{cr} = 5,0 m

Considerando 2 pilas intermedias de 2.5 m de ancho, el frente total de vertimiento se amplía a B_{cr} = 24.2 m.

Debido a la incertidumbre en los caudales, no se precisan ni se retantean las dimensiones obtenidas. Normalmente se requieren dos o tres aproximaciones para llegar a la dimensión definitiva. Por ser un estudio preliminar obviamos este aspecto, habida cuenta de los caudales.

El dimensionamiento del perfil de vertimiento lo definimos con la curva de Creager - Affitserov que da una estabilidad segura, porque la sección es más amplia.

Para Hcr = 5.0 m las coordenadas aproximadas son las de la tabla 8.1.

X m	Y m	X m	Y m
0.0	0.63	3.5	0.50
0.5	0.18	4.0	0.73
1.0	0.03	5.0	1.28
1.5	0.00	6.0	1.97
2.0	0.03	7.5	3.30
2.5	0.13	10.0	7.53
3.0	0.29	13.0	10.60

Tabla 8.1 Coordenadas del perfil de vertimiento o cimasio

El radio de empalme con el fondo se asume de tablas para que el tránsito de la creciente sea gradual.

$$R = 8.0 \text{ m}$$

Disipador

Asumiendo el esquema conjugado de pozo y muro, identificamos con la ecuación de Bernoulli transformada sobre la conservación de la energía en fluidos las

El perfil de vertimiento del pozo se define de la siguiente manera: - A la izquierda del pozo se define un perfil de vertimiento que sea el más amplio.

Las coordenadas de las tablas de vertimiento son las de la

Tabla 8.1

X	Y	X	Y
m	m	m	m
0.0	0.50	2.5	0.20
0.5	0.73	4.0	0.18
1.0	1.28	5.0	0.02
1.5	1.97	6.0	0.00
2.0	2.30	7.5	0.02
2.5	2.82	10.0	0.12
3.0	3.50	12.0	0.20

Tabla 8.1. Coordenadas del perfil de vertimiento

El perfil de vertimiento con el fondo se define de la siguiente manera: - A la izquierda del pozo se define un perfil de vertimiento que sea el más amplio.

h = 2.0 m

Disipador

Asumiendo el sistema de vertimiento de la siguiente manera: - A la izquierda del pozo se define un perfil de vertimiento que sea el más amplio.

dimensiones de la piscina de quietamiento, según la ecuación 8.1.

$$(8.1) \quad q = K_p * h_c * [2q(P + H_{cr} + d - h_c)]^{0.5}, \text{ donde:}$$

K_p - Coeficiente de pérdidas = 0,95

h_c - Lámina conjugada comprimida,

P - Altura de presa,

d - Profundidad del pozo, asumimos 2,0 m

Aquí, $P = \text{elev AA} - \text{elev fondo AA}$.

elev AA - elevación aguas arriba,

elev fondo AA - elevación fondo aguas arriba

$$P = 23 - 11 = 12 \text{ m}$$

La ec. 8.1 tiene dos incógnitas, dos veces h_c , y se resuelve por tanteo:

De las tres posibles, la raíz buscada y que es solución a la ec. 8.1 es $h_c = 1.26 \text{ m}$.

A continuación definimos la segunda lámina conjugada, con la expresión:

$$h_s = (h_c/2) \{ [1 + (8q^2 / g h_c^3)]^{0.5} - 1 \}$$

$$h_s = (1.26/2) \{ [1 + (8 * 22.5^2 / 9.81 * 1.26^3)]^{0.5} - 1 \}$$

$$h_s = 8.44 \text{ m}$$

El muro disipador tendrá una altura C de:

$$(ec. 8.2) \quad C = K * h_s - (d + H'_{cr}), \text{ donde:}$$

K - Margen de seguridad = 1,05

H'_{cr} - Lámina vertiente sobre el muro.

en función de la relación de sustentamiento, según la

ecuación (8.1)

$$H'_{cr} = \left\{ \frac{q_m}{m \cdot K_{sum} \cdot (2q)^{0,5}} \right\}^{0,67} \quad \text{donde}$$

q_m - Caudal unitario sobre el muro, $0,92$

K_{sum} - Coeficiente de sumergencia = $0,85$

m - Coeficiente de descarga = $0,40$ a $0,44$

$q = Q_{cm}/B_m = 430/24,2 = 17,77 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$

$H'_{cr} = \{ 17,77 / [0,42 * 0,80 * (2 * 9,81)^{0,5}] \}^{0,67}$

$H'_{cr} = 5,27 \text{ m}$

En definitiva, la altura del muro según la ec. 8.2, será de:

$$C = 1,05 * 8,44 - (2 + 5,27) = 1,60 \text{ m}$$

La piscina de quietamiento tendrá las siguientes dimensiones:

Longitud del resalto hidráulico:

$$l_r = 2,5(1,9h_s - h_c) = 37,0 \text{ m}$$

Longitud total del dissipador:

$$l_t = 9(h_s - h_c) = 64,6 \text{ m}$$

Longitud del pozo:

$$l_p = 0,8 * l_r = 29,6 \text{ m}$$

$$H'_{cr} = \left\{ \frac{q_m}{m \cdot K_{sum} \cdot (2q)^{0,5}} \right\}^{0,67} \quad \text{donde}$$

q_m - Caudal unitario sobre el muro,

K_{sum} - Coeficiente de sumergencia = $0,85$.

m - Coeficiente de descarga = $0,40$ a $0,44$.

$$q = Q_{cm}/B_m = 430/24,2 = 17,77 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

$$H'_{cr} = \left\{ \frac{17,77}{[0,42 * 0,80 * (2 * 9,81)^{0,5}]} \right\}^{0,67}$$

$$H'_{cr} = 5,27 \text{ m}$$

En definitiva, la altura del muro según la ec. 8.2, será de:

$$C = 1,05 * 8,44 - (2 + 5,27) = 1,60 \text{ m}$$

La piscina de quietamiento tendrá las siguientes dimensiones:

Longitud del resalto hidráulico:

$$l_r = 2,5(1,9h_s - h_c) = 37,0 \text{ m}$$

Longitud total del dissipador:

$$l_t = 9(h_s - h_c) = 64,6 \text{ m}$$

Longitud del pozo:

$$l_p = 0,8 * l_r = 29,6 \text{ m}$$

$H_c = 0.2 \sqrt{V_c^3} = 0.2 \sqrt{14.1^3} = 2.6$
 En definitiva, la altura del muro según la ec. 8.2, será
 $H_c = 2.6$ m
 $H_c = 2.7$ m

$C = 1.02 * 8.44 + (2 + 2.27) = 11.60$
 La piscina de almacenamiento tendrá las siguientes dimensiones:

Los demás aspectos de la presa se resuelven de manera constructiva a nivel de prediseño y aparecen en la figuras 8.6, 8.7 y 8.8.

Ancho en la salida del escarpe lo determinamos cumpliendo la relación:

$$\frac{B_{sal} - B_m}{l_t - l_p} < 0.2$$

Bsal - Ancho en la salida del escarpe,
 Bm - Ancho en la entrada del escarpe.

Por consiguiente:
 $B_{sal} = 0.2(l_t - l_p) + B_m = 0.2(64.6 - 29.6) + 29.6 = 31.2$
 $B_{sal} = 31.2$ m

Espesor de la placa de fondo de la piscina:

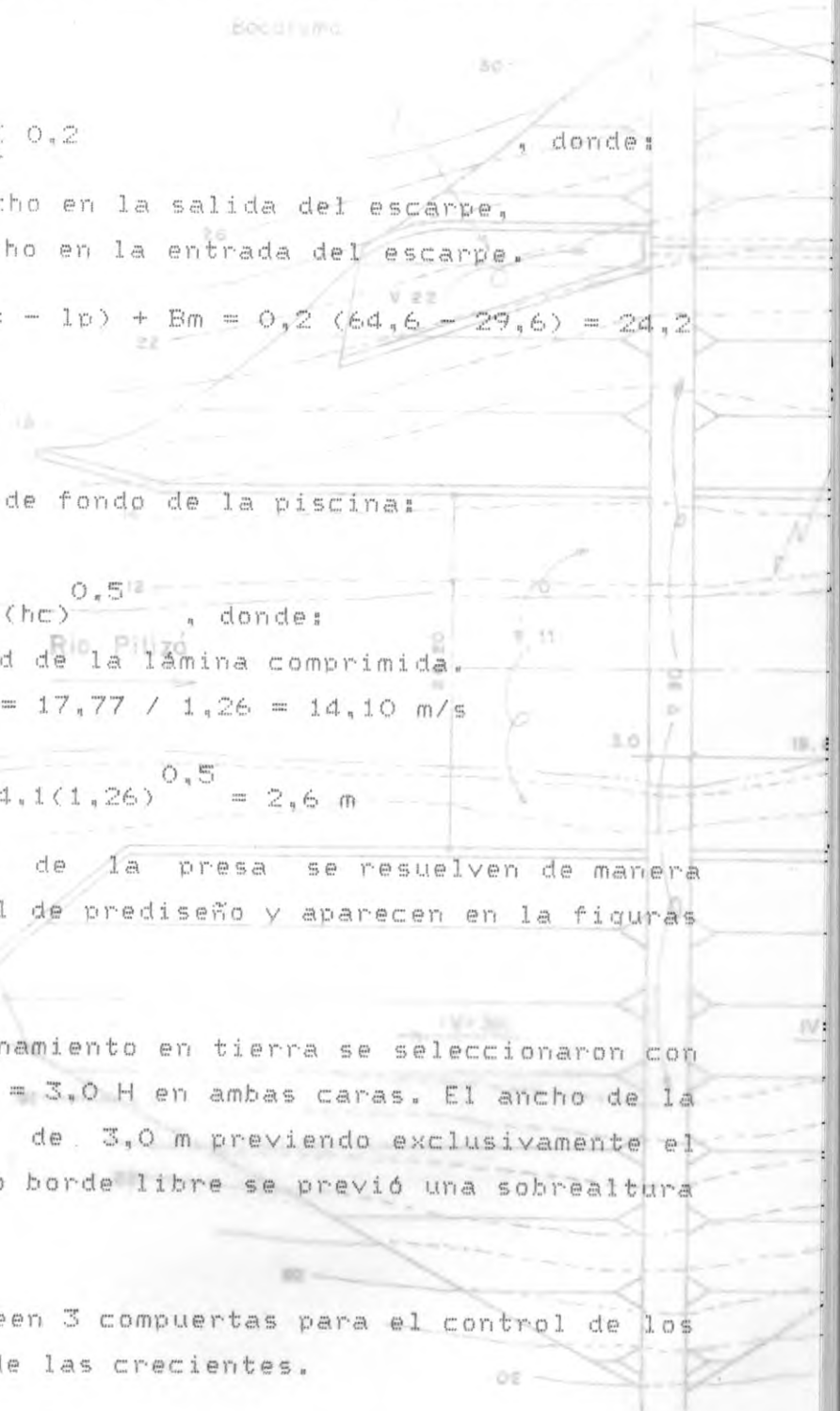
$$d_p = 0.13 V_c (h_c)^{0.5}$$

Vc - velocidad de la lámina comprimida.
 $V = q / h_c = 17.77 / 1.26 = 14.10$ m/s
 $d_p = 0.13 * 14.1(1.26)^{0.5} = 2.6$ m

Los diques de confinamiento en tierra se seleccionaron con taludes de $1.0 V = 3.0 H$ en ambas caras. El ancho de la corona adaptado es de 3.0 m previendo exclusivamente el paso peatonal. Como borde libre se previó una sobrealtura de 2.00 m.

En la presa se proveen 3 compuertas para el control de los niveles y el manejo de las crecientes.

Para la desviación de las aguas durante la construcción se recomienda la ejecución previa de un canal abierto de



Anal. en la salida del escape lo determinamos cumpliendo

la relación:

$$R_{sal} = 0.25(t - i_0) + B_m = 0.2(64.6 - 29.6) = 24.2$$

B_m - Ancho en la entrada del escape.
 R_{sal} - Ancho en la salida del escape.
 . donde $\frac{R_{sal} - B_m}{t - i_0} = 0.2$

$$R_{sal} = 21.2 \text{ m}$$

Pasear de la placa de fondo de la piscinas

$$V = \frac{Q}{A} \quad \text{donde } Q = 17.77 \text{ m}^3/\text{s} \quad A = 1.26 \text{ m}^2$$

$$V = 14.10 \text{ m/s}$$

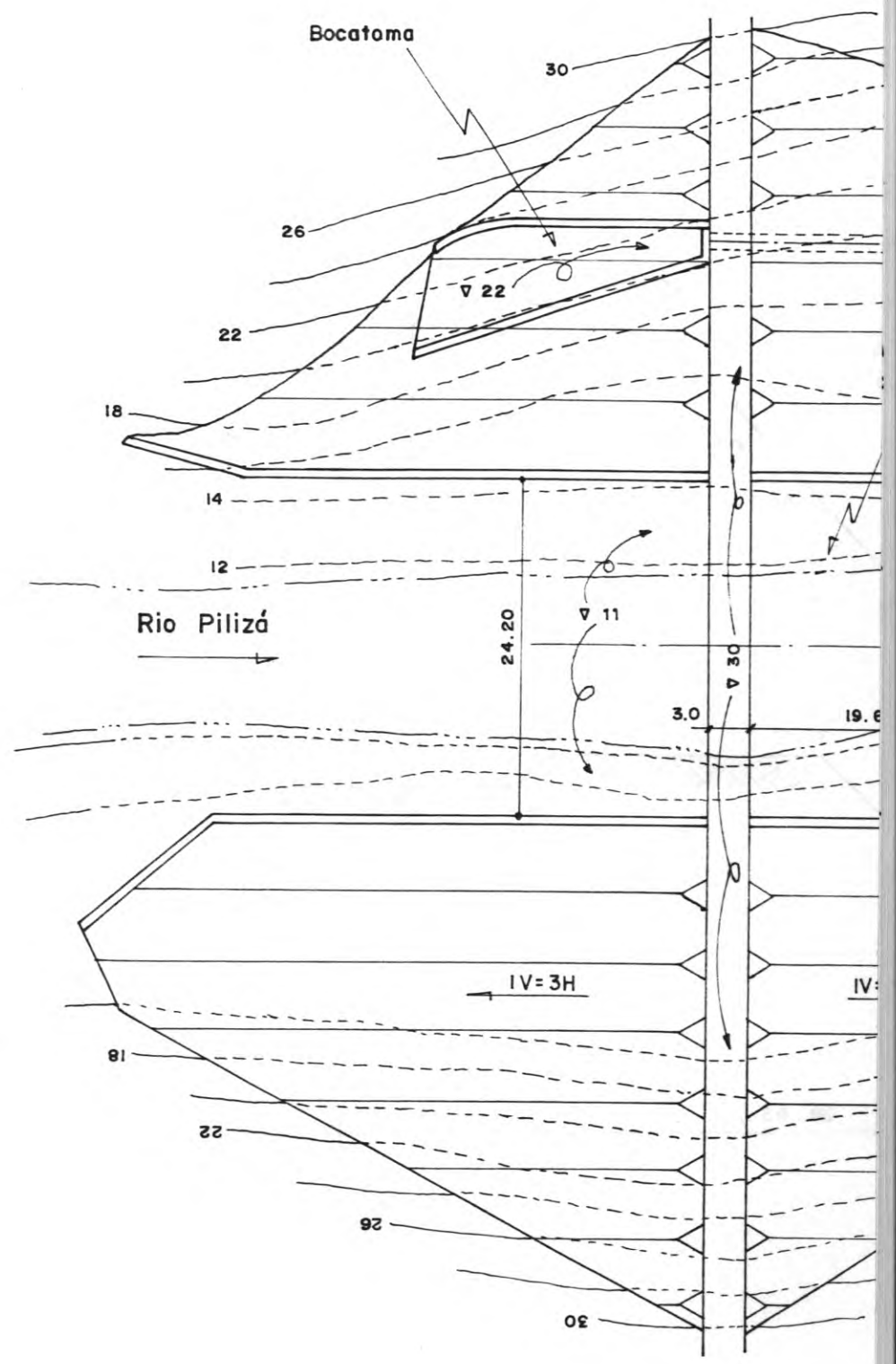
$$h_c = 1.26 \text{ m}$$

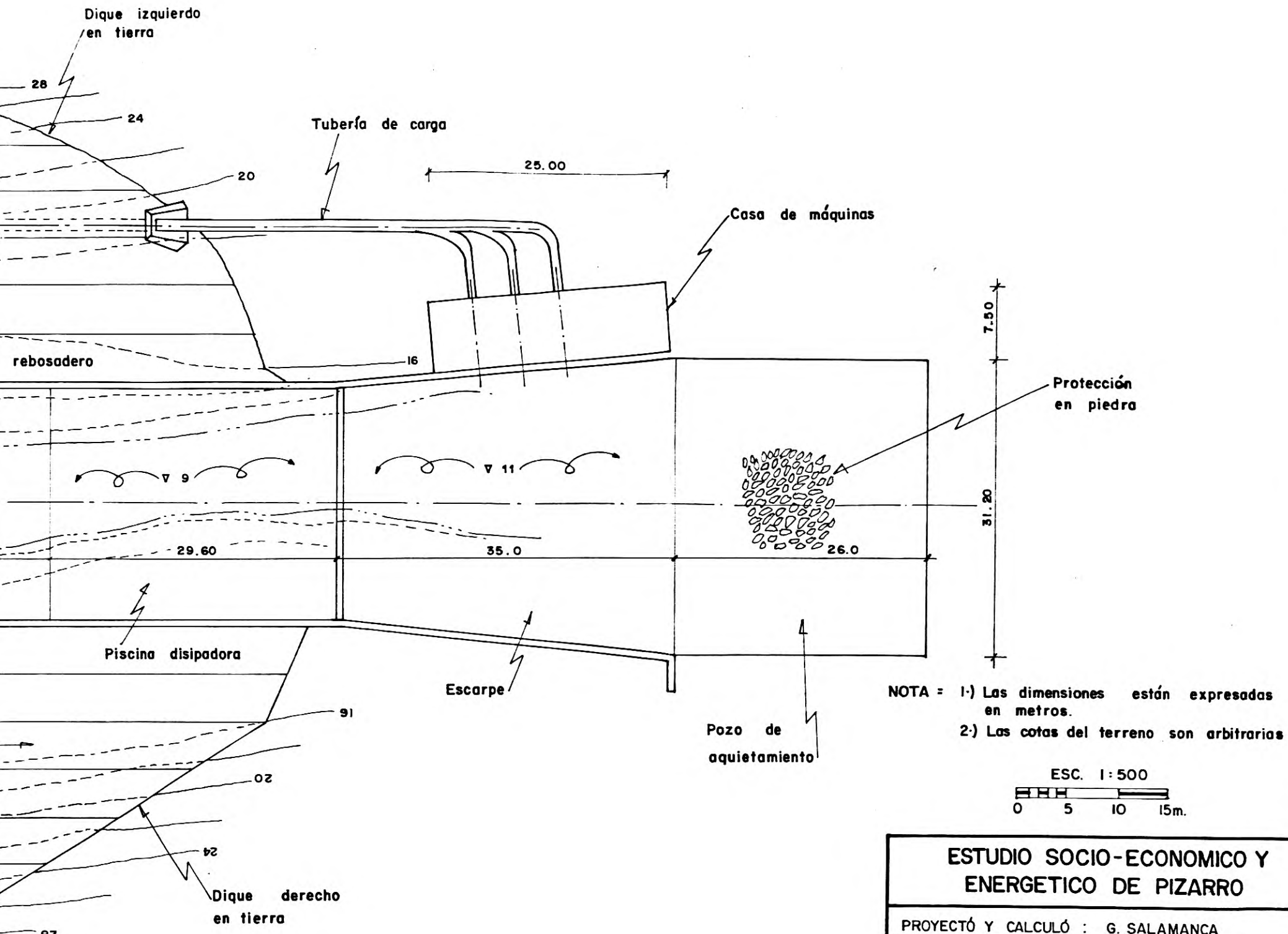
Los demás aspectos de la presa se resuelven de manera constructiva a nivel de proyecto y aparecen en la figura 8.17 y 8.18.

Los tipos de confinamiento en tierra se seleccionaron con caludes de 1:1. V = 2:0 H en ambas caras. El ancho de la corona superior es de 2.0 m previendo exclusivamente el caso de eventual. Como parte libre se prevé una sobreelevación de 0.5 m.

En la presa se prevén 7 compuertas para el control de los niveles y el manejo de las aguas.

El tipo de cimentación de la presa se determinó en función de las características de las rocas que se encuentran en el sitio.





**ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO Y
ENERGETICO DE PIZARRO**

PROYECTÓ Y CALCULÓ : G. SALAMANCA

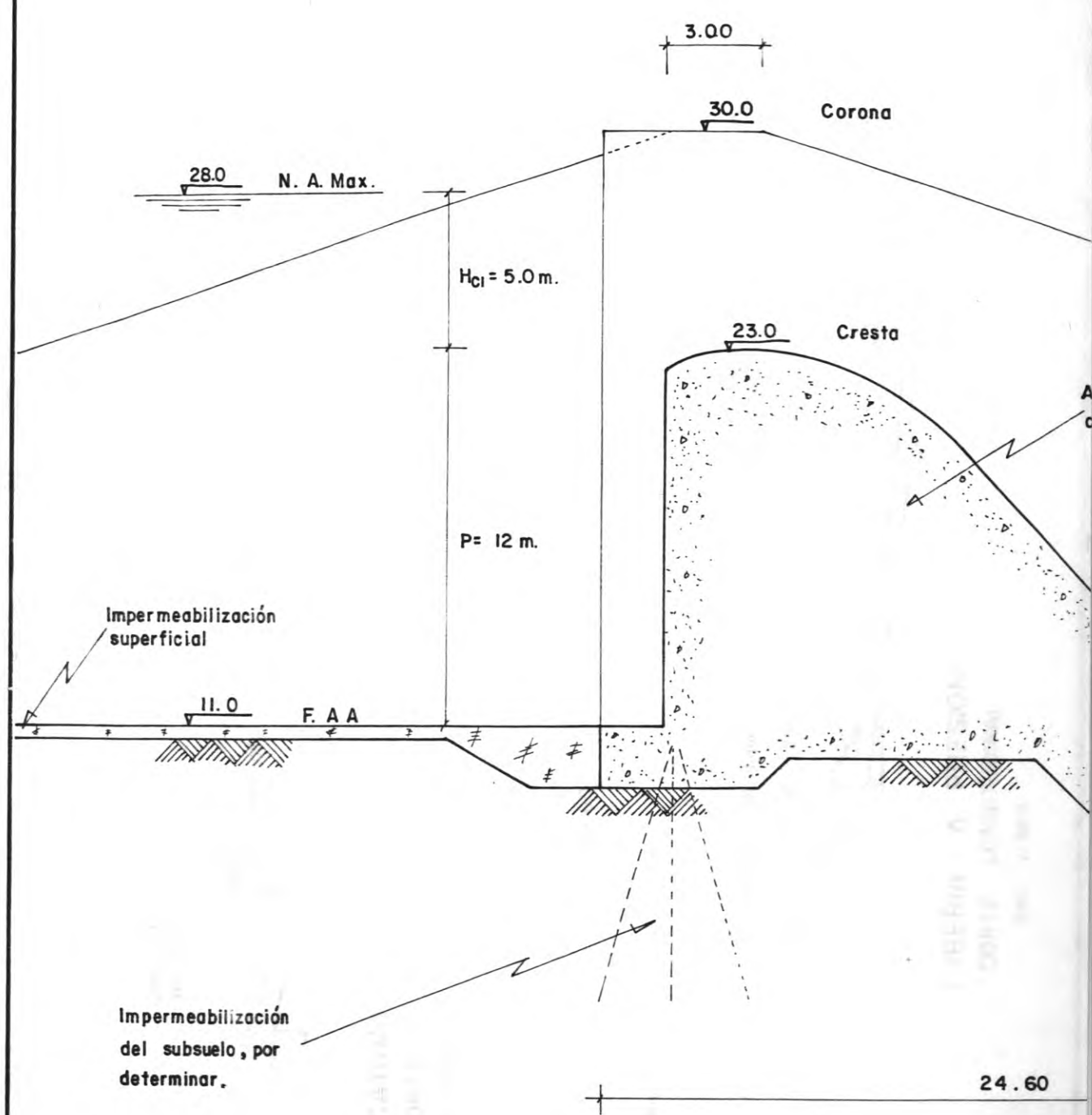
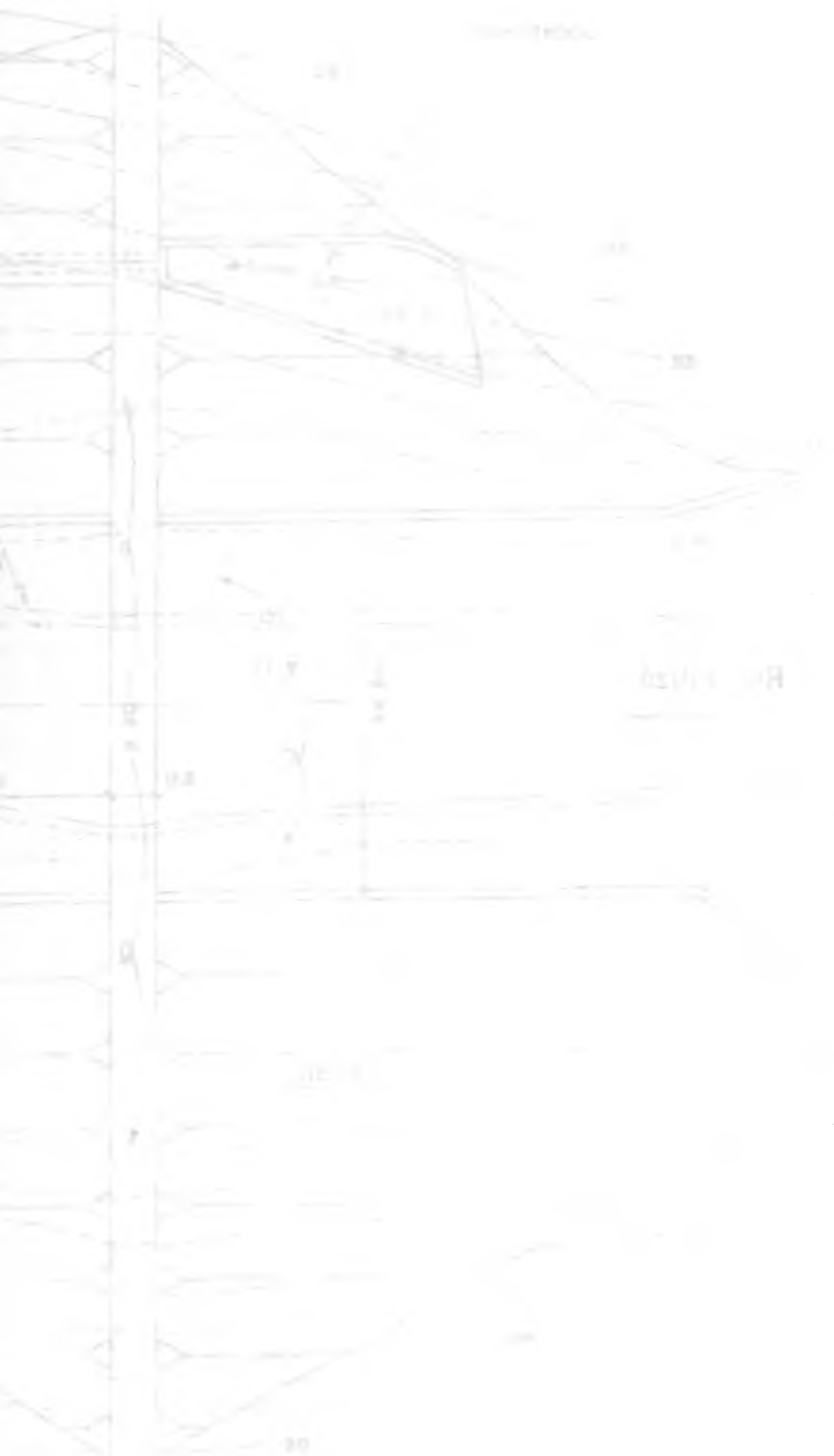
TOPOGRAFIA : A. CRUZ , L. MOSQUERA

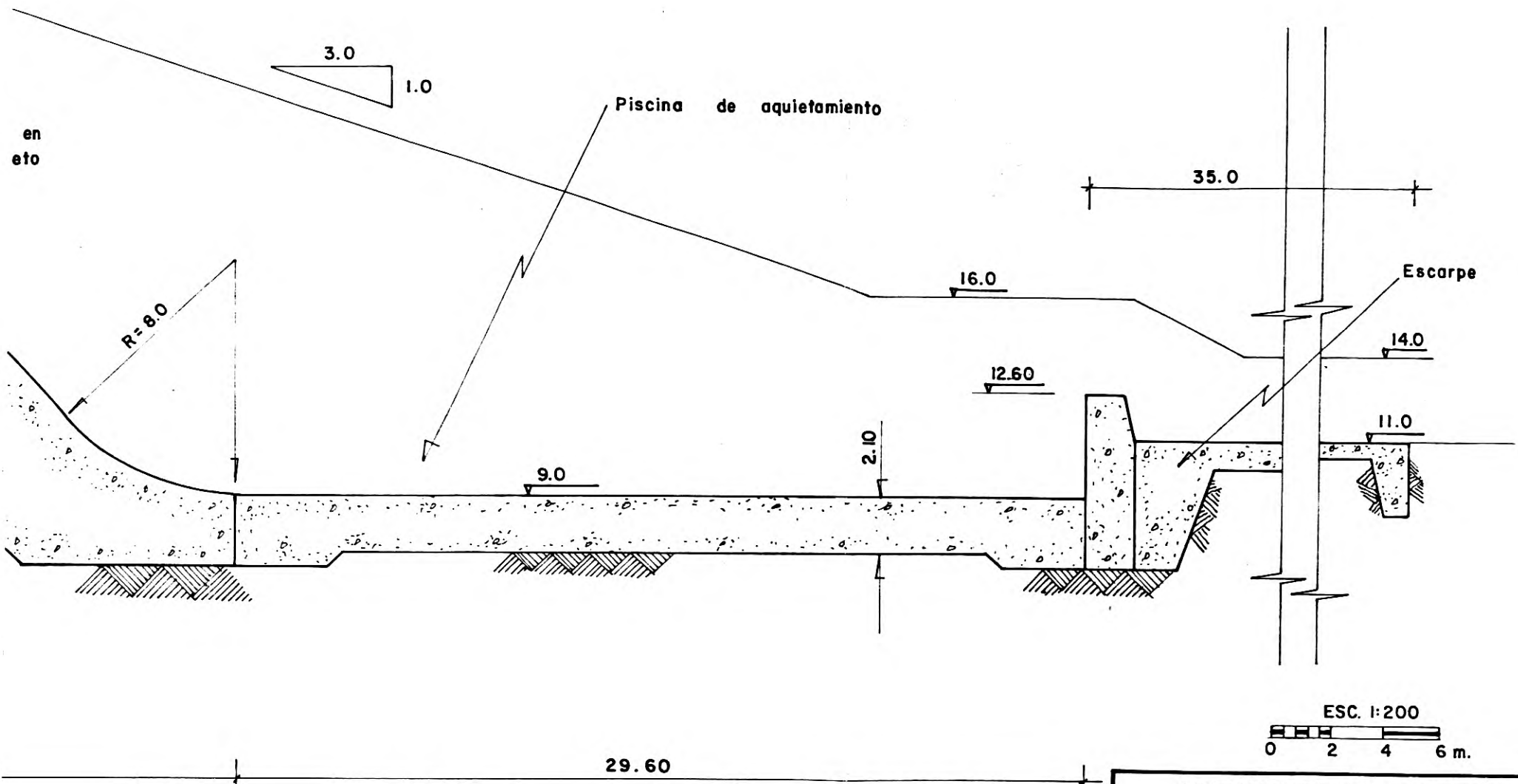
DIBUJÓ : M. A. CAICEDO

FECHA : NOVIEMBRE 1.989

FIG. 8.6

PLANTA GENERAL DE LA
PCH DE PIZARRO

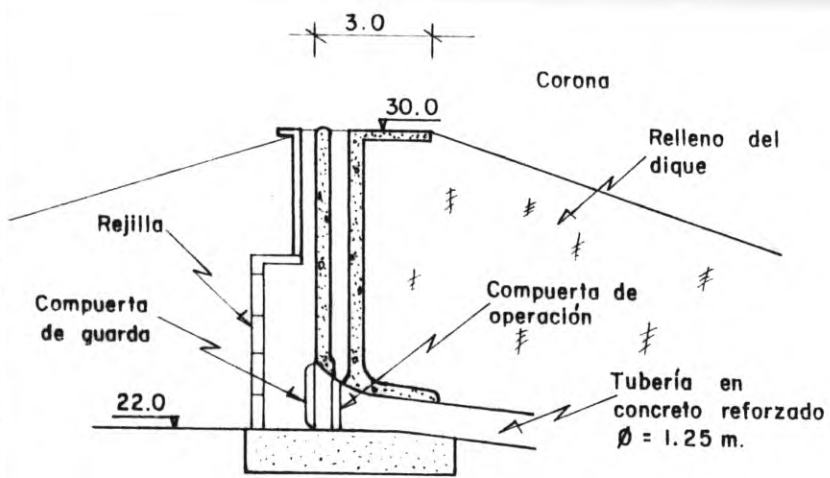




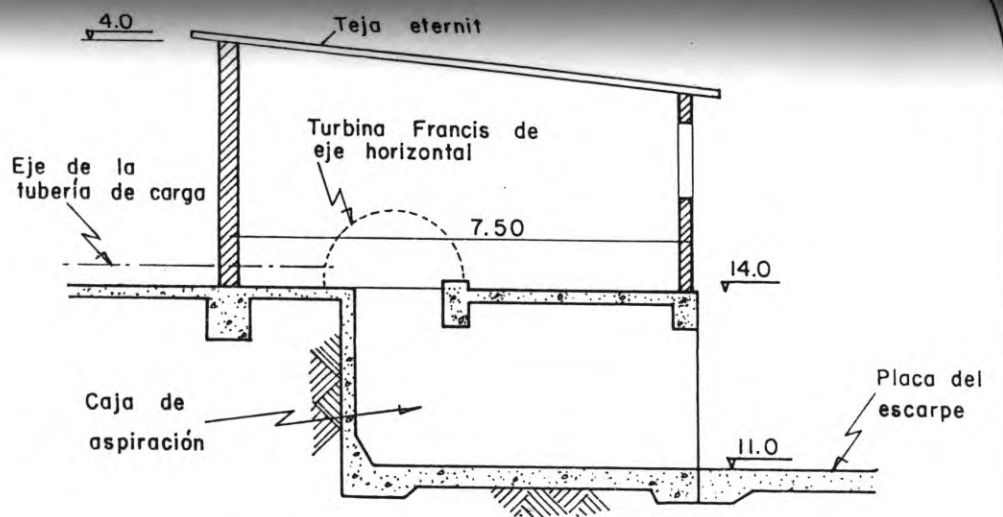
en
eto

NOTA : Las dimensiones están especificadas
en metros

ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO	
PROYECTÓ Y CALCULÓ : G. SALAMANCA	
TOPOGRAFIA : A. CRUZ , L. MOSQUERA	
DIBUJÓ : M. A. CAICEDO	
FECHA : NOVIEMBRE 1.989	
FIG. 8.7 CORTE LONGITUDINAL POR LA PRESA REBOSADERO	

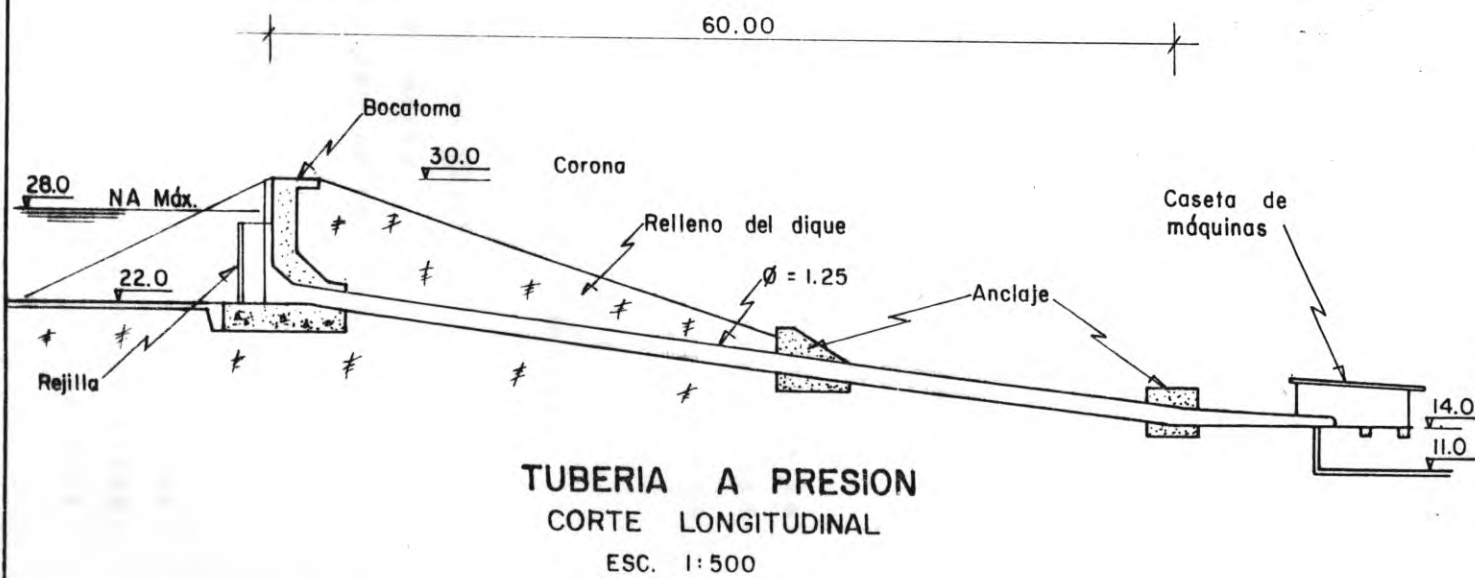


BOCATOMA
CORTE
ESC. 1:200



CASETA DE MAQUINAS
CORTE LONGITUDINAL
ESC. 1:125

NOTA :
Las dimensiones están expresadas en metros



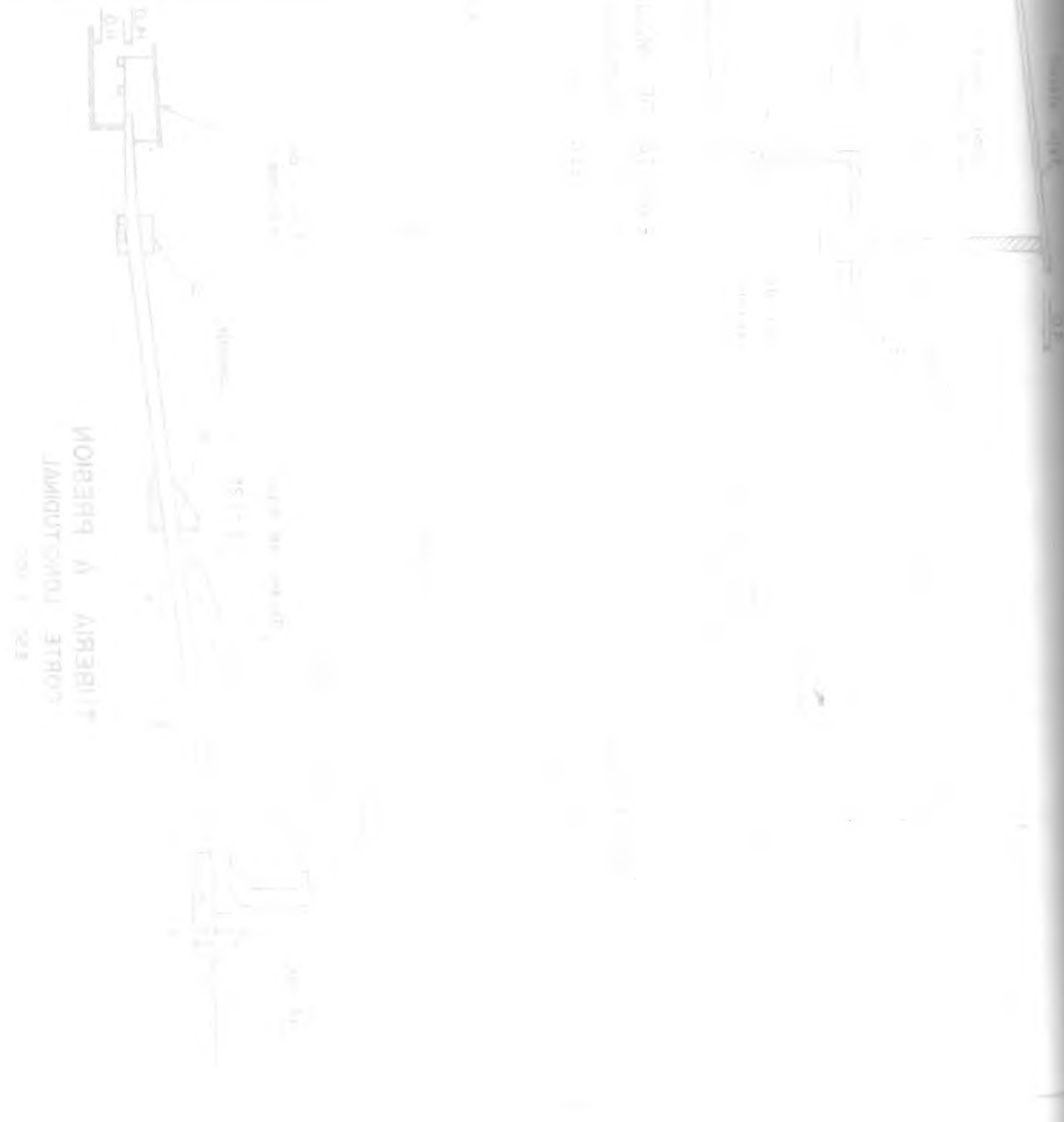
TUBERIA A PRESION
CORTE LONGITUDINAL
ESC. 1:500

**ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO
Y ENERGETICO DE
PIZARRO**

ELABORÓ : G. SALAMANCA
DIBUJO : M. A. CAICEDO
ESCALA : INDICADA
FECHA : DICIEMBRE /89

FIG. 8.8 CORTES DE
BOCATOMA, TUBERIA DE CAR-
GA Y CASETA DE MAQUINAS

BOYLOWY LIBERIN DE C...	LECHOY	DICHIHRE VOR	BYVHMO
LIE B' COMLES DE	LECHY	INDICION	BYVHMO
	DURMO	M V. CUCERO	
	ETVHMO	BYVHMO	



sección transversal trapecial de 12,5 m de ancho por la base, con una lámina de agua de 2,0 y taludes laterales de 1.0 H : 1.0 V. El orden de construcción es el siguiente: muro separador, canal de desviación, ataquía, contraataquía y la presa en primera etapa. Posteriormente, remoción de ataquías y ejecución de las obras de toma, de la casa de máquinas y de la presa en segunda etapa.

8.3 Bocatoma y tubería de carga

Es de tipo convencional, frontal a la corriente, alineada con la tubería de carga por el estribo izquierdo del río Pilizá. El orificio de entrada es rectangular con transición elíptica en la clave a la sección circular de la tubería de carga. La solera es plana y se ubica en la cota 22,0 m.s.n.m.

Para evitar el ingreso de los elementos flotantes a la tubería de carga y a los equipos asumimos una velocidad baja de paso del agua por la bocatoma de 0,4 m/s. El área de rejilla requerida es:

$$A_{rej} = Q / V_{rej}$$

A_{rej} - Área de la rejilla, en m²;

Q - Caudal de toma, en m³/s;

V_{rej} - Velocidad de paso por la rejilla, en m/s.

$$A_{rej} = 5,0 / 0,4 = 12,5 \text{ m}^2.$$

Puesto que la potencia por unidad es de 200 Kw según los resultados del capítulo 7 y como la topografía del sitio no favorece el trazado de una conducción que permita

recuperar la suficiente caída porque el relieve es muy accidentado y la pendiente longitudinal del río es tan suave que exige una conducción extensa, se seleccionó una presa de 15m de caída, con la cual se requiere un caudal turbinable de:

$$Q = P / H = 600/15 = 5 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Para una altura de 3 m, la rejilla tendrá una longitud de 4,17 m, su superficie no es plana sino quebrada a manera de polígono y se necesita que sea periodicamente limpiada de la obstrucción ocasionada por hojas y elementos flotantes.

El orificio de toma tiene 1,20 m de alto por 1,39 m de ancho para una velocidad de 0,6 m/s. La sumergencia mínima para evitar el ingreso de aire a la toma es de por lo menos 3 veces la cabeza de velocidad media, es decir debe ser por lo menos 0,17 m. Con relación al nivel máximo asumimos una sumergencia de 4 m teniendo en cuenta las oscilaciones durante la operación.

Para velocidades tan bajas las pérdidas hidráulicas de presión en toda la bocatoma no deben superar:

$$hf = 1,3 * V^2 / 2g$$

donde:

hf - pérdidas por fricción, en m/m;

V - velocidad media de la bocatoma:

$$V = (0,6 + 1,5) / 2 = 1,05 \text{ m/s}.$$

$$hf = 1,3 * 1,05^2 / 2 * 9,81 = 0,07 \text{ m}$$

8.2 Bocatoma y tubería de caída

La bocatoma convencional, frontal a la corriente, alineada con la tubería de caída por el estribo izquierdo del río. El orificio de entrada es rectangular con una sección circular de 1,20 m de diámetro en la clave a la tubería de caída. La tubería de caída es plana y se ubica en la cota 20,00 m.s.n.m.

Para evitar el ingreso de los elementos flotantes a la tubería de caída y a los equipos asumimos una velocidad de 0,6 m/s. El área de la tubería requerida es:

$$\text{Área} = Q / V$$

Área de la tubería en m²:

Caudal de toma en m³/s:

Velocidad de paso por la tubería en m/s:

$$\text{Área} = 2100 / 0,6 = 3500 \text{ m}^2$$

Para la tubería de caída se asume un diámetro de 1,50 m. La longitud de la tubería se determina en función del relieve del terreno, considerando un coeficiente de fricción de 0,02.

La altura de la compuerta debe ser suficiente para que el relieve de la compuerta sea mayor que el relieve del río en el punto de instalación y la pendiente longitudinal del río sea tal que permita una adecuada conducción aguas abajo. Se seleccionó una compuerta de 12m de altura con la cual se requiere un caudal de 100 m³/s.

$$Q = P \cdot V \cdot H = 600 \times 10 = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para una altura de 7 m, la rejilla tendrá una longitud de 4.17 m. Su superficie no es plana sino cuadrada a manera de rejilla y se necesita que sea periódicamente limpiada de la obstrucción ocasionada por hojas y elementos flotantes.

El orificio de toma tiene 2.0 m de alto por 1.29 m de ancho para una velocidad de 0.6 m/s. La sumergencia mínima para evitar el ingreso de aire a la toma es de por lo menos 7 veces la cabeza de velocidad media, es decir debe ser por lo menos 0.17 m. Con relación al nivel máximo de agua en la sumergencia de 4 m teniendo en cuenta las variaciones durante la operación.

Para velocidades tan bajas las pérdidas hidráulicas de fricción en toda la bocatoma no deben ser

$$h_f = 1.0 \cdot V \cdot L = 1.0 \cdot 0.6 \cdot 60 = 3.6 \text{ m}$$

Las pérdidas por fricción en la bocatoma son de 3.6 m.

$$V = 1.0 \cdot 1.29 = 1.29 \text{ m/s}$$

$$h_f = 1.0 \cdot 1.29 \cdot 60 = 77.4 \text{ m}$$

Usualmente, las rejillas se construyen de platinas de 3/8" x 1" en marcos metálicos. El espaciamiento entre barrotes es de 2 a 3 cm.

El equipo de la bocatoma consiste en una compuerta auxiliar o de guarda que se utiliza únicamente en aguas detenidas y una compuerta principal que opera mediante un mecanismo de izaje o servomotor. Después de la compuerta de guarda se ubica un aireador para amortiguar las subpresiones en el conducto de carga.

Tubería de carga.

Se conecta directamente a la bocatoma y, en algunos sitios, está semienterrada. El relleno que se efectúa sobre la tubería en el sitio de la presa, debe ejecutarse cuidando de no romper los tubos. Los anclajes previstos a la salida de presa y en el codo antes de la casa de máquinas son para amarrar la tubería al piso. Al final de la tubería existe una trifurcación para permitir la alimentación independiente de cada turbina. Ciertamente, durante la operación inicial estas ramificaciones estarán obturadas por tapones.

Asumiendo una velocidad de 1.5 m/s en el conducto a presión, definimos su diámetro en 1.10 m. La pendiente es uniforme y la tubería a presión tiene una longitud aproximada de 60 m y es de concreto reforzado vertical.

Para el diseño de la tubería se usará el método de la velocidad y la pérdida de carga.

La velocidad en la tubería, según la experiencia, será de 1.5 m/s.

La pérdida de carga por fricción en la tubería será de 3.6 m.

La pérdida de carga por fricción en la tubería será de 3.6 m.

La pérdida de carga por fricción en la tubería será de 3.6 m.

adecuadamente, las rejillas se construyen de placas de... El espaciamiento entre... de 2 a 3 cm.

El equipo de la bocatoma consiste en una compuerta... de la compuerta principal que opera mediante un... Después de la compuerta... un amortiguador para amortiguar las... en el conducto de carga.

Tuberías de carga.

Se conecta directamente a la bocatoma y, en algunos... El relleno que se efectúa... debe efectuarse... Los anclajes previstos a... y en el codo antes de la casa de... para amortiguar la tubería al piso. Al final de... una trifurcación para permitir la... de cada tubería. Ciertamente, durante la operación inicial estas ramificaciones estarán... por favor.

Se estableció una velocidad de 1.2 m/s en el conducto... en diámetro en 1.10 m. La pendiente es... la tubería a presión tiene una longitud... se de concreto reforzado.

8.4 Selección del equipo electromecánico

8.4.1 Turbina

El criterio básico para la selección de la turbina fue la eficiencia, teniendo en cuenta que el estado actual de la tecnología brinda un sinnúmero de posibilidades. Algunos autores no admiten utilizar turbinas con eficiencias menores del 80%. Cuando existe la posibilidad de utilizar distintos tipos de turbinas en un mismo proyecto el criterio de selección es el rendimiento en la transformación de potencia de presión a potencia mecánica.

Las turbinas Mitchel-Banki poseen una eficiencia entre el 75 y 85% y su valor promedio tiende a ser casi 80%. Las turbinas Francis alcanzan un rendimiento del 92%, debido a ello se seleccionó ésta última. De 8 ábacos disponibles para la selección de turbinas, dadas las condiciones de la PCH de Pizarro:

Qturbina = 1.67 m3/s y H = 15 m,

se estableció que en 5 de ellos el tipo de turbina propuesto es Francis, en dos de ellos se puede adoptar Francis o Mitchel-Banki y, en uno de los ábacos, proponen Propeller de eje vertical. En la figura 8.9 se muestra el diagrama para la selección del tipo de turbina, según la compañía HYDRAL, industria colombiana quienes desde el año de 1974 han implementado tecnologías cada vez más complejas

en la fabricación de equipos hidráulicos. FIG 8.9

ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO Y ENERGÉTICO DE PIZARRO	TÍTULO	8.4.2	DIAGRAMA PARA SELECCION DEL TIPO DE TURBINA Y POTENCIA
	FECHA	NOVIEMBRE 1988	

se estableció que en 2 de ellos el tipo de turbina
propuesta es Francis, en dos de ellos se queda
adaptar Francis o Mitchell-Banki y en uno de los
Ábacos y Propeller de eje vertical. En la
figura 8.9 se muestra el diagrama para la selección
del tipo de turbina, según la compañía HYDRA
construye turbinas desde el año de 1970
en adelante. Se recomienda que se verifique
con la compañía la selección del tipo de turbina.

Queda = 1.67 m³/s y H = 12 m.

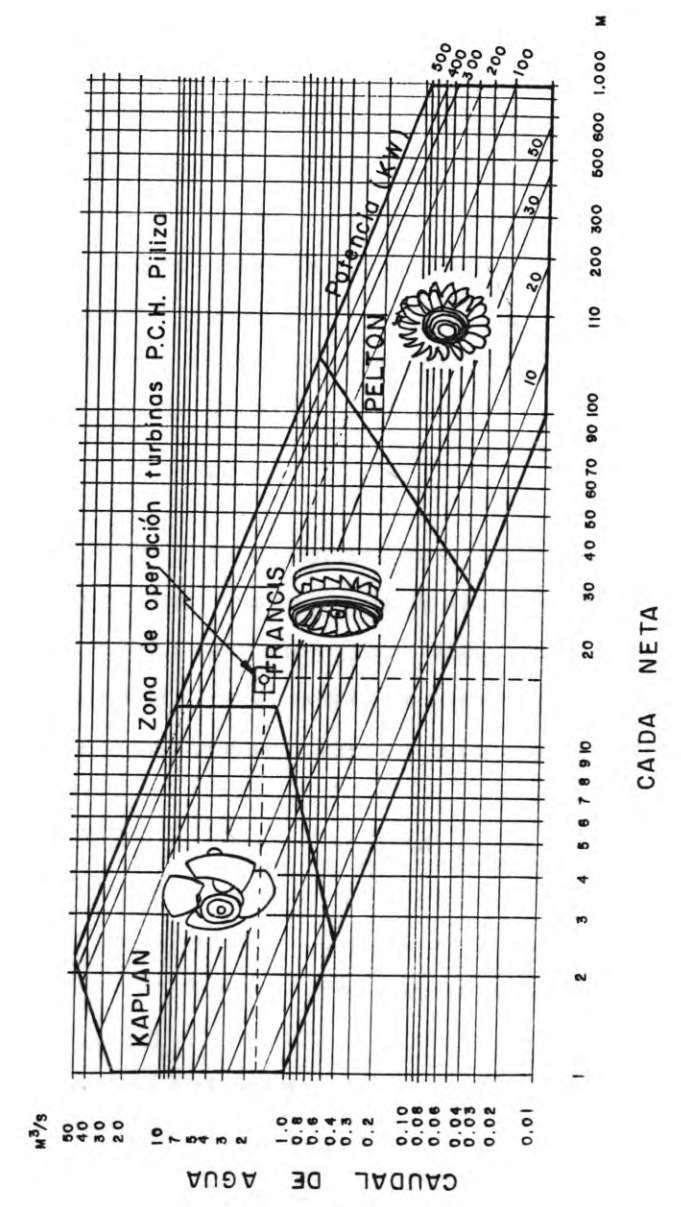
selección de turbinas, dadas las condiciones de la
esta última. De ábacos disponibles para la
rendimiento del 92%, debido a ello se seleccionó
cost 80%. Las turbinas Francis alcanzan un
entre el 75 y 82% y su valor promedio tiende a ser
Las turbinas Mitchell-Banki poseen una eficiencia

potencia de presión a potencia mecánica.
de turbinas en un mismo proyecto el criterio de
esta la posibilidad de utilizar distintos tipos
turbinas con eficiencias menores del 80%. Cuando
posibilidades. Algunos autores no admiten utilizar
actual de la tecnología brinda un sinnúmero de
fue la eficiencia, teniendo en cuenta que el estado
El criterio básico para la selección de la turbina

8.4.1 Turbinas

8.4 Selección del equipo electro-mecánico

ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO	ELABORO : G. SALAMANCA	FIG. 8.9 DIAGRAMA PARA SELECCION DEL TIPO DE TURBINA Y POTENCIA
	DIBUJO : B. J. Z.	
	FECHA : Noviembre 1989	



Las dimensiones de las turbinas en definitiva se establecen cuando se conocen con precisión las oscilaciones de carga durante la operación y esas características las suministran los fabricantes a la presentación de las cotizaciones. Para el prediseño es suficiente conocer el tamaño aproximado del equipo y el espacio que va a ocupar: se requieren de ancho libre 7,50 m y 4,5 m entre unidades. Según Nozaki el tipo de turbina es Francis de eje horizontal.

Si siguiendo los gráficos de Nozaki, la velocidad específica para una caída $H = 15$ m y una capacidad por turbina de 200 Kw, es de 287 m-Kw y la velocidad del rodete es de 600 rpm, lo cual se puede confirmar con la siguiente ecuación: con una

$$N = N_s \times H^{5/4} / P^{0,5} \quad \text{donde:}$$

$$N_s \text{ --- Caída} = 15 \text{ m}$$

$$P \text{ --- Potencia} = 200 \text{ Kw}$$

Por consiguiente:

$$N = 287 \times 15^{5/4} / 200^{0,5} = 599 \text{ rpm.}$$

Asumimos $N = 600$ rpm. El diámetro preliminar del rodete, definido por las tablas de (20) es de 0,70 m. Este dato debe entenderse como referencia y no necesariamente coincide con los que los fabricantes proponen.

Las dimensiones de las turbinas en definitiva se establecerán cuando se comience con precisión las verificaciones de campo durante la operación y esas características las suministrarán los fabricantes a la presentación de las cotizaciones. Para el estudio es suficiente conocer el tamaño aproximado del equipo y el espacio que va a ocupar en el lugar de ancho libre 7.50 m y 4.5 m entre unidades. Según Nozaki el tipo de turbina es Francis de eje horizontal.

Según los datos de Nozaki, la velocidad específica para una caída H = 12 m y una capacidad de turbina de 200 Kw, es de 287 m-Kw y la velocidad del rodete es de 600 rpm, lo cual se puede confirmar con la siguiente ecuación:

$$N = 12 \times H \times P \times 0.2$$

$$H = \text{Caída} = 12 \text{ m}$$

$$P = \text{Potencia} = 200 \text{ Kw}$$

Por consiguiente:

$$N = 287 \times 12 \times 200 \times 0.2 = 299 \text{ rpm}$$

Así mismo: $N = 600 \text{ rpm}$

El diámetro preliminar del rodete, definido por las relaciones de (20) es de 0.70 m. Este dato debe estar en concordancia con el fabricante y no necesariamente con los datos que se le dan en el programa.

8.4.2 Generador

El número de polos se asume en función de las revoluciones efectivas de la turbina; para $N = 600 \text{ rpm}$ y una frecuencia de 60 Hz el número de polos es de 12.

Según (22), para una potencia de 235 KVA y 6 pares de polos el generador es de eje horizontal y sincrónico, con un voltaje de 2400 V.

8.5 Caseta de máquinas

Las dimensiones preliminares, en planta, de la unidad turbogeneradora de 200 Kw son de 2,8 * 2,0 m con una altura inferior a los 2,2 m. La distancia entre los ejes de las unidades es de 4,5 m y entre el caracol y el muro de la caseta debe dejarse una distancia de 1,90 para la válvula de admisión. La luz entre muros longitudinales es de 7.50 m, ver figura 8.8. La caseta se subdivide en dos partes: el compartamiento de máquinas de 7,5 * 15 m y el área de servicios de 7.5 * 10.0 m para un total de 187,5 m² de construcción.

Para estas condiciones de caudal y caída, Nozaki especifica 90 m² de área para la caseta, pero teniendo en cuenta la distante localización del proyecto a la primera población, se decidió ampliar el área de servicios, para

8.4.3 Generador

El número de polos se asume en función de las revoluciones efectivas de la turbina para N = 600 rpm y una frecuencia de 60 Hz el número de polos es de 12. Según (22) para una potencia de 225 KVA y 6 pares de polos el generador es de eje horizontal y síncrono, con un voltaje de 2400 V.

8.5 Caseta de máquinas

Las dimensiones preliminares, en planta, de la unidad turbogeneradora de 200 Kw son de 2,8 * 2,0 m con una altura inferior a los 2,2 m. La distancia entre los ejes de las unidades es de 4,2 m y entre el caracol y el muro de la caseta debe haber una distancia de 1,90 para la válvula de admisión. La luz entre muros longitudinales es de 7,20 m. Ver figura 8.8. La caseta se subdivide en dos partes: el compartimiento de máquinas de 7,2 * 12 m y el área de servicio de 7,2 * 10,0 m para un total de 187,2 m² de construcción.

Para estas condiciones de caudal y caída, Nozaki plantea un área para la caseta, pero teniendo en cuenta la distancia localización del proyecto a la primera estación se decidió emitir el 5 de servicios.

8.6 Línea de transmisión

Tendrá un voltaje de 13,2 Kv. Para superar la caída de voltaje en los 15,4 Km de longitud, se deben regular los tap del transformador. El conductor puede ser ACSR-00 con postes que pueden ser en madera o en concreto.

8.7 Materiales de construcción

Los áridos para el concreto se encuentran en el lecho del río Pilizá, particularmente es frecuente la gravilla aguas abajo del proyecto. El agua no requiere tratamiento adicional para el uso en el concreto porque se toma del cauce donde no se afectan las aguas por la salinidad del mar.

La mayoría del cemento se trae de Buenaventura y debe impermeabilizarse herméticamente para evitar la acción de la humedad del ambiente y del oleaje.

La madera para la formata está disponible en cantidades inagotables. Los costos de estos materiales.

8.8 Estimativo de costos

De acuerdo con el nivel del estudio se aplica una uotra metodología para la obtención de los costos. En estado de reconocimiento y prediseño los costos se deducen de la práctica en la construcción de este tipo de proyectos porque las cantidades de obra precisas no se conocen, por lo tanto, no justifican el análisis de precios.

8.6 Líneas de transmisión

línea de voltaje de 13.2 Kv. Para superar la caída de voltaje en los 12.4 Km de longitud, se deben reducir los...

8.7 Materiales de construcción

Los áridos para el concreto se encuentran en el fondo del río. Particularmente es frecuente la grava de aguas...

La mayoría del cemento se trae de Buenaventura y debe impermeabilizarse herméticamente para evitar la acción de la humedad del ambiente y del oleaje.

La madera para la formata está disponible en cantidades...

8.8 Estimativa de costos

De acuerdo con el nivel del estudio se aplica una metodología para la obtención de los costos. En estado de...

unitarios.

Algunos Consultores (25) sostienen que la estructura de costos promedio para la construcción de una PCH se rige por la tabla 8.2

I T E M	PARTICIPACION EN EL TOTAL DE COSTOS DEL PROYECTO
	%
i) Obra civil	55
ii) Equipo electro-mecánico	20
iii) Sistema de transmisión eléctrico	15
iv) Ingeniería y Administración	10
T O T A L	100

Tabla 8.2 Estructura promedio de los costos de construcción de una Pequeña Central Hidroeléctrica

Como se desconocen todos los valores absolutos de la tabla, empezamos por calcular uno o dos de ellos para inferir luego los demás y, de esta manera, estimar el valor total. Los costos se expresan en dolares.

El precio del equipo electro-mecánico lo estimamos de la metodología desarrollada por Nosaki (22), en la cual se consideran los valores totales de las turbinas, generadores, transformadores y otros equipos eléctricos y mecánicos, incluidos el transporte y las instalaciones periféricas. Para la primera unidad, en función del caudal y la caída, el precio es de US\$ 300.000. La segunda unidad es de US\$ 240.000 y la tercera de US\$ 210.000, para un

Algunos ejemplos de la estructura de costos promedio para la construcción de una PCH se mide por la tabla 8.3

ITEM	PARTICIPACION EN EL TOTAL DE COSTOS DEL PROYECTO
(i) Obra civil	22
(ii) Equipo electro-mecánico	20
(iii) Sistema de transmisión eléctrica	12
(iv) Ingeniería y Administración	10
TOTAL	100

Tabla 8.1 Estructura promedio de los costos de construcción de una PCH de Central Hidroeléctrica

Como se muestran todos los valores absolutos de la tabla, empezamos por calcular uno o dos de ellos para inferir luego los demás y de esta manera, estimar el valor total. Los costos se expresan en dólares.

El costo del equipo electro-mecánico lo estimamos de la tabla basada por Naska (20), en la cual se consideran los valores de las turbinas, generadores, transformadores y otros equipos eléctricos y mecánicos. Luego el transporte a las instalaciones y la primera unidad en función del costo de la línea de transmisión de US\$ 17.000 / Km. La segunda unidad se estima en US\$ 750.000.

total de US\$ 750.000. La disminución gradual del precio se explica porque el costo de estudio y de algunos equipos se le cargaron sólo a la primera unidad.

El precio de la línea de transmisión se asumió por encima del promedio nacional y latinoamericano en US\$ 17.000 /Km para un total, en 15.4 Km, de US\$ 261.800.

Deduciendo los otros dos items, los valores buscados son los de la tabla 8.3. En porcentaje, no se mantiene las proporciones porque el valor de la línea fue calculado de acuerdo con los promedios mencionados.

ITEM	VALOR
	Dolares
i) Obra civil	1'861.240
ii) Equipo electro-mecánico	750.000
iii) Sistema de transmisión eléctrico	261.800
iv) Ingeniería y Administración	319.560
TOTAL	3'192.600

Tabla 8.3 Costos de la PCH de Pizarro

Por otra fuente se puede calcular el costo promedio de la central aplicando la fórmula:

$$COSTO = 26.000 \cdot [P/(H) \cdot 0,3 + 0,82]$$

- COSTO - Valor del proyecto, en US\$;
- P - Potencia, en Kw;
- H - Caída, en m.

El costo de la línea de transmisión se asumió por encima del promedio nacional y latinoamericano en US\$ 17.000 / Km para un total de 12,4 Km, de US\$ 261.800.

Producidos los otros dos ítems, los valores buscados son los de la tabla 8.2. En porcentajes, no se mantiene las proporciones porque el valor de la línea fue calculado de acuerdo con los promedios mencionados.

VALOR	ÍTEM
1'861.240	(i) OTRA FUENTE
750.000	(ii) Equipo electro-mecánico
261.800	(iii) Sistema de transmisión eléctrica
219.260	(iv) Inversión y Administración
3'192.600	TOTAL

Tabla 8.2. Costos de la PCH de Pizarro

Por otra parte se debe calcular el costo promedio de la central aplicando la fórmula:

$$\text{COSTO} = 24.000 \text{ (PCH)} \cdot 0,3 \cdot 0,82$$

$$\text{COSTO} = \text{Valor del proyecto en US\$}$$

$$\text{Referencia en Kw}$$

$$\text{Tabla 8.2}$$

$$\text{COSTO} = 26.000 \cdot [600 / (15)^{0,3} \cdot 0,82]$$

$$\text{COSTO} = \text{US\$ } 2'533.606$$

8.9 Costos índices

8.9.1 Índice de instalación

Representa la relación entre la inversión y la potencia instalada. Asumiendo el mayor valor de los dos anteriores, obtenemos:

$$\text{US\$/Kw} = 3'192.600 / 600 = \text{US\$ } 5.321 / \text{Kw}$$

Considerando que la central diesel alterna de Pizarro, para comparación, debe tener la misma capacidad de 600 Kw y ya que el precio del ACPM supera en el sitio los US\$ 0,35 / litro y hasta US\$ 0,40 / litro y más, por los costos de transporte de aproximadamente \$col 100 / litro, según Nozaki, la PCH es económicamente atractiva y lo será inclusive si el índice de instalación llega a ser de US\$ 6.400 / Kw.

De todas maneras es importante utilizar la planta diesel existente en Pizarro para cubrir la demanda actual y para atender, después, los picos de la curva de carga cuando la generación de la PCH sea insuficiente. Así se tendría un sistema combinado de pequeña central hidroeléctrica y planta diesel para operar en paralelo.

Costo = 22.000 (100/500) = 4.400

Costo = 100 (100/500) = 20.000

8.9 Costos índices

8.9.1 Índice de instalación

Representa la relación entre la inversión y la potencia instalada. Asumiendo el mayor valor de los dos factores, obtenemos:

125/kw = 27192.600/600 = 45.320 \$/kw

Considerando que la central diesel sistema de reserva, para comparación, debe tener la misma capacidad de 600 Kw y ya que el precio del ACPM es de 0,32 \$/litro y hasta 0,40 \$/litro y más, por los costos de transporte de aproximadamente 100 \$/litro, resulta que el costo de instalación sería de 100 \$/litro. La PCH es económicamente atractiva y la PCH incluye el índice de instalación de 45.320 \$/kw.

De todas maneras es importante utilizar la planta diesel existente en Pichón para cubrir la demanda actual y para standby, después, los días de la semana que pueda ser usada la operación de la PCH, sea por el sistema de reserva o por el sistema de reserva. Así se tendrá un sistema combinado de generación eléctrica y planta diesel para cubrir la demanda.

8.9.2 Índice de generación

Representa el costo de la producción de energía:

costo Kwh = costo de operación por año / energía vendible

Asumiendo los siguientes costos por año:

- i) Interés promedio para préstamos - 8%
- ii) Amortización durante la vida útil - 30 años
Central diesel de alta velocidad- 10 años
- iii) Costo para reparaciones - 1,5% del costo total de construcción por año
- iv) Seguros: 0,3% del costo total de construcción por año
- v) Sueldos y salarios del personal de operación y mantenimiento; según Nozaki, el costo anual total, considerando el indirecto para 600 Kw es:

SyS = 27.072 + (100/500)(27.072-13.788)
SyS = US\$29.728,8

vi) Gastos misceláneos: estimados en 0,6% del costo de construcción

vii) Costo anual:
CA = i) + ii) + iii) + iv) + v) + vi)
CA = 8% + 3% + 1,5% + 0,3% + 0,6% + v)
CA = 13,4% + SyS

8.10 Cuadro de características técnicas

Transformador	Trifásico	Tipo convencional
	ii) Voltaje	2400 V
	ii) Pares de polos	6
	i) N	600 rpm
Generadores	iii) Potencia	200 Kw
	ii) Calda	15.0 m
	i) Caudal de prediseño	1.67 m ³ /s
Turbinas	ii) Longitud	60.0 m
	i) Diámetro	1.2 m
		Tubería de carga
		Longitud total de protección
		64.6 m
		3 computas radiales
		Longitud de la corona
		98.0 m
		Altura diques en tierra
		19.0 m
		Altura de la presa-reservorio
		13.0 m
	iv) De crecienta máxima	430 m ³ /s
	iii) De crecienta de desviación	97 m ³ /s
	ii) Medio	5.70 m ³ /s
	i) Mínimo de crecienta	2.28 m ³ /s
Caudales estimados		
Caudal átombos		3.27 m ³ /s
Caudal turbina		5 m ³ /s
Calda		15 m
Localización		de Pizarro
		12.4 Km al nordeste
		600 Kw

CAPITULO 9

CONCLUSIONES

Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Para el suministro de energía eléctrica a Pizarro y su territorio aledaño, la fuente de energía que brinda la capacidad suficiente y confiable es el río Piliza. La biomasa no cuenta con las cantidades suficientes de desechos para la producción de biogas y la dispersión de éste recurso eleva los costos por recolección y, por consiguiente, de funcionamiento de un biodigestor. Como solución puntual de éste género, la que mayor atractivo ofrece es la utilización de los desechos de madera en los dos aserríos vecinos.
2. Ante el clima de esta zona la instalación de una Además del escaso brillo solar, apenas de 900 horas al año, las soluciones por paneles fotovoltaicos según la experiencia de la Caja Agraria de Pizarro, es poco grata, pues aparte de la constante nubosidad, la humedad y la lluvia de origen marino son factores que oxidan y deterioran éste tipo de instalaciones. Como alternativa energética de uso generalizado en la zona, su posibilidad es muy precaria y en la población tendría poca acogida.
2. El equipo electromecánico recomendable para la microcentral hidroeléctrica se compone de tres unidades turbo-generadoras con 200 Kw de capacidad cada una, para una caída de 15 m, con sus respectivos equipos de regulación y control.

Como alternativa al esquema anterior, aunque técnicamente menos aconsejable, se pueden instalar dos unidades de 300 Kw cada una, para la misma caída ya anotada. Las dimensiones definitivas de los equipos deberán ser suministradas por los fabricantes. Los estudios en el mercado garantizarán su eficiencia para un caudal de flujo y para un fondo

3. Dadas las condiciones de equidistancia de las cabeceras del río Purricha con relación a Pizarro, Pilizá, San Luis y San José de Querá y considerando las indicaciones de la Interventoría, es conveniente evaluar en etapas posteriores su aprovechamiento para abastecer estas localidades.
4. Es importante tramitar ante el IGAC la ejecución de las restituciones de la zona en escalas 1:100.000, 1:25.000 y 1:10.000.
5. Ante el HIMAT debe gestionarse la intalación de una estación climatológica en Pizarro y de estaciones hidrométricas en el ríos Piliza y Purricha. Sin ésta información básica, el grado de incertidumbre de un proyecto lo pueden convertir en inconveniente.
6. En adelante, se deben prever las investigaciones geológicas del subsuelo con perforaciones y sondeos.
7. Ampliar los estudios demográficos para conocer los sitios de destino y de origen de la población migrante y la tasa promedio anual de crecimiento de la población.

Como alternativa al sistema anterior, algunas facilidades menores accesorias, se pueden instalar por unidades de 500 Kw cada una, para la misma carga de afluencia. Las dimensiones definitivas de las unidades deberán ser suministradas por los fabricantes.

5. Dadas las condiciones de disponibilidad de las capacidades del río Puricha con relación a Pizarro, Pílica, San Luis y San José de Guará y considerando las indicaciones de la Interventoría, es conveniente evaluar en etapas posteriores su aprovechamiento para abastecer estas localidades.

6. La importante premisa para el IONC la ejecución de las instalaciones de la zona en etapas 1, 100,000, 150,000 y 210,000.

7. Ante el HIMAT debe considerarse la instalación de una estación de generación en Pizarro y de estaciones hidroeléctricas en el río Pílica y Puricha. Sin esta información básica, el grado de interacción de un proyecto de generación en estas localidades, inconvergente.

8. En adelante, se deben prever las instalaciones hidráulicas del sistema de generación y abastecimiento.

9. Analizar los estudios demográficos para conocer los tipos de destino y de origen de la población migratoria y la tasa promedio anual de crecimiento de la población.

8. Los ríos de Pizarro con profundidades mayores de 2 m se diferencian de los del interior del país en que, en concordancia con la marea, pueden desplazarse en el sentido del flujo por gravedad río abajo o de reflujo, río arriba. Las balsas generadoras disponibles en el mercado garantizan su eficiencia para un sentido de flujo y para un rango de velocidades mayor de 1 m/s. Cuando sucede el quiebre de la marea, la velocidad es cero y se mantiene inferior a 1 m/s durante algunas horas. Después de hacerles las adaptaciones pertinentes, podrá analizarse la inclusión de las balsas generadoras en las soluciones energéticas para el

(02) Bajo Baudó. Municipio del Bajo Baudó. Plan de Inversión con Valoración Económica del I.V.A., del 30 de enero al 31 de diciembre de 1989. Pizarro, 1989.

(03) OREMA - ICEI, estudio para el desarrollo de las Tecnologías Nacionales. Bogotá, 1985.

(04) Canal Municipal del Bajo Baudó. Presupuesto de Inversión con Valoración Económica del I.V.A., del 30 de enero al 31 de diciembre de 1989. Pizarro, 1989.

(05) Capacidades de Inversión y Financiamiento. Planificación de Pinar-Puerto Viejo.

(06) OREMA-ICA-ICEI. Programa Especial de Inversión de la Zona Atlántica. Pílica. Situación Socio-económica y Demográfica de las Zonas de Planificación, Bogotá, 1989.

3. Las líneas de Pizarro con profundidades mayores de 5 m se diferencian de las del interior del valle en que en concordancia con la marea, quedan desplazadas en el sentido del flujo por olas de 10 a 15 cm. Las líneas de 5 m y 10 m, que se encuentran en el mercado de Pizarro, en un momento determinado para un sentido de flujo y para un momento de velocidades mayores de 1 m/s. Cuando sucede el outbre de la marea la velocidad es cero y se mantiene inferior a 1 m/s durante algunas horas. Después de hacer las adaptaciones pertinentes, se analizaron la inclusión de las líneas generadas en las soluciones energéticas para el Bajo Baudó.

(07) Chaves, J. L. y otros. "El agua en Colombia". Universidad de los Andes, Bogotá, 1977.

(08) ICA-GTZ. "BIBLIOGRAFIA". Informe de la Comisión de Energía para la Costa Atlántica. Bogotá, 1987.

(01) Alcaldía Municipal del Bajo Baudó. Justificación de cada uno de los programas y proyectos del Plan de Inversión del Municipio para 1.989, a desarrollarse con recursos provenientes del I.V.A. Pizarro, 1.988.

(02) Alcaldía Municipal del Bajo Baudó. Plan de inversiones con recursos provenientes del I.V.A., del 10. de enero al 31 de diciembre de 1.989. Pizarro, 1.988.

(03) CESEN - ICEL. Estudio para el Desarrollo Energético de los Territorios Nacionales. Génova, 1985.

(04) Consejo Municipal del Bajo Baudó. Presupuesto de Rentas y Gastos para la vigencia fiscal del 10. de enero al 31 de diciembre de 1.989. Pizarro, 1.988.

(05) Consultores en Ingeniería y Planeación. Carretera Itmina-Pie de Pepé-Puerto Meluk.

(06) CORELCA-ICA-GTZ. Programa Especial de Energía de la Costa Atlántica. PESENCA. Situación Socio-económica y Energética de las Zonas de Planificación. Montería, 1.989.

BIBLIOGRAFIA

- (01) Alcaldía Municipal del Bajo Baudó. Justificación de cada uno de los programas y proyectos del Plan de Inversión del Municipio para 1989. Aprobado con recursos provenientes del I.V.A. Pisarcó. 1988.
- (02) Alcaldía Municipal del Bajo Baudó. Plan de Inversiones con recursos provenientes del I.V.A. del 10. de mayo al 31 de diciembre de 1989. Pisarcó. 1988.
- (03) CEPER - IGEU. Estudio para el Desarrollo Energético de los Territorios Indígenas. Génova. 1985.
- (04) Consejo Municipal del Bajo Baudó. Presupuesto de Bienes y Gastos para la vigencia fiscal del 10. de mayo al 31 de diciembre de 1989. Pisarcó. 1988.
- (05) Consultores en Ingeniería y Planeación. Caracterización de Pesca-Puerto Mejía.
- (06) CORELCA-ICA-GTJ. Programa Especial de Energía de la Costa Atlántica. PESENCA. Situación Socio-económica y Energética de las Zonas de Planificación. Montecrista. 1989.

- (07) Chaquea Q., Lobo Guerrero J., Burton J., Casasbuenas Viabilidad de las Microcentrales en Colombia. Fundación Mariano Ospina Pérez. Bogotá D.E. 1979.
- (08) CVC-GTZ. Graf. U., Herrmann R. y Saavedra L.E. Gasificación Térmica de Biomasa para la Costa Pacífica Colombiana. Cali. 1987.
- (09) Dirección de Ingeniería Sanitaria y Secretaría de Salubridad y Asistencia. Manual de Saneamiento. Editorial Limusa. México. Segunda reimpresión. 1980.
- (10) DNP-CVC-UNICF. Plan de Desarrollo Integral para la Costa Pacífica. PLADEICOP. Cali. 1983.
- (11) Galleo F. CODECHOCO. Estudio de Alternativas Energéticas para Municipios Apartados del Chocó. Quibdó. 1989.
- (12) Gobernación del Chocó, Departamento Administrativo de Planeación. Estudio Socio-económico del Municipio del Bajo Baudó. Quibdó. 1986.
- (13) Granados A. Hidráulica en Edificaciones. Universidad Nacional. Bogotá D.E. 1989.
- (14) G. Salamanca, T. Ochoa. Manual de Pequeñas Estructuras Hidráulicas. Bogotá. 1986.
- (15) HIMAT. Registros Climatológicos de la Estación Colpuertos en Buenaventura y la Estación Panamericana en Bahía Solano. Bogotá D.E. 1989.

(107) Cárdenas, D., Jairo Guerrero J., Bustan J., Casaplanas
 Viabilidad de las Microcentrales en Colombia.
 Fundación Mariano Ospina Pérez, Bogotá D.E., 1979.

(108) FVC-GTJ. Graf. Ull. Herrmann R. y Barvato L.E.
 Gestión Térmica de Energía para la Costa
 Pacífica Colombiana, Cali, 1987.

(109) Dirección de Ingeniería Sanitaria y Secretaría de
 Salubridad y Asistencia. Manual de Bacteriología.
 Editorial Limusa, México. Segunda edición.
 1980.

(110) BNP-CVC-UNICEF. Plan de Desarrollo Integral para la
 Costa Pacífica, PUABICOR, Cali, 1982.

(111) Galindo F. CODECHOCO. Estudio de Alternativas
 Energéticas para Municipios Afectados del Chocó.
 Quibdo, 1989.

(112) Gobernación del Chocó. Departamento Administrativo
 de Planeación. Estudio Socio-económico del
 Municipio del Bajo Baudó. Quibdo, 1984.

(113) Granada A. Hidráulica en Edificaciones.
 Universidad Nacional, Bogotá D.E., 1989.

(114) N. Palomaca, T. Ochoa. Manual de Pequeñas
 Estructuras Hidráulicas. Bogotá, 1984.

(115) HIMAT. Redacción Climatológica de la Estación
 Folioletos en Buenaventura y la Estación
 Panamericana en Bahía Solano. Bogotá D.E., 1989.

(16) HIMAT-IAN. Estudio de radiación Solar en Colombia.
 Bogotá D.E., 1986.

(17) ICEL. Actividades adelantadas y Plan de Desarrollo
 por el ICEL en Fuentes Alternas de Energía. Bogotá
 D.E., 1989.

(18) ICEL - BID. Plan de Pequeñas Centrales
 Hidroeléctricas. Informe Resumen. Bogotá, 1983.

(19) IGAC. Atlas Regional Pacífico. Imprenta del IGAC.
 Bogotá D.E., 1983.

(20) OLAD-BID-ICEL-ES. Guía de Diseño de Obras Civiles
 de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas. II curso
 Latinoamericano de Diseño de Pequeñas Centrales
 Hidroeléctricas P.C.H. Bucaramanga, 1985.

(21) Naciones Unidas. Evaluación de Sitios Apropriados
 para Instalar Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en
 Honduras. Nueva York, 1983.

(22) Nozaki T. Guía para la Elaboración de Proyectos de
 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas Destinadas a la
 Electrificación Rural del Perú. JICA, 1980.

(23) PNR. Departamento del Chocó. Informe de
 Realizaciones 1987 y Presupuesto de Inversión
 1988. Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá D.E.
 1989.

(24) VAST-Swedish Power Association Development Section.
 Mini power stations small hidropower 100-1500 Kw.
 Stockholm, 1980.

14) HIMMEL-TAN, Estudio de radiación solar en Colombia.
Bogotá D.E. 1982.

15) ICFE, Actividades adelantadas y Plan de Desarrollo
por el ICFE en Fuentes Alternas de Energía. Bogotá
D.E. 1987.

16) ICFE - BID, Plan de Recursos Centrales
Hidroeléctricas. Informe Resumen. Bogotá. 1983.

17) IDAC, Atlas Regional Pacífico. Informe del IDAC.
Bogotá D.E. 1983.

18) ODAE-BID-ICF-ESL, Guía de Diseño de Obras Civiles
de Puentes Centrales Hidroeléctricas. II curso
latinoamericano de Diseño de Puentes Centrales
Hidroeléctricas P.C.H. Bucaramanga. 1982.

19) Naciones Unidas, Evaluación de Sitios Propios
para Instalaciones Centrales Hidroeléctricas en
Honduras. Nueva York. 1982.

20) NOKAI, T. Guía para la Elaboración de Proyectos de
Puentes Centrales Hidroeléctricas Destinadas a la
Electrificación Rural del Perú. IICA. 1980.

21) RNP, Departamento del Cauca. Informe de
Factibilidad y Presupuesto de Inversión
1988. Imprenta Nacional de Colombia. Bogotá D.E.
1988.

22) VABT- Swedish Power Association Development Section.
High power stations and highpower 100-1500 kW.
Stockholm. 1980.

(25) VERDUND-PLAN. Consulting Engineers. Caminos y
Posibilidades de Integrar Empresas Consultoras en
el Proceso de Transformación de Tecnologías en
pequeñas Centrales Hidráulicas.

B O E T A

A N E X O S

AUSBERTO CRUZ RINCON
TOPOGRAFIA



... de ...
... de ...
... de ...
... de ...



AUSBERTO CRUZ RINCON
TOPOGRAFO

BOKEMA

Calle 47-A Nº 81B-85 Sur Tel.: 299 9271 A. A. 38243 Bogotá, D. E.

ESTUDIO SOCIO ECONOMICO
Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORO: G. SALAMANCA



carretera de tránsito

△	Angulo Observado	Abscisa	Rumbo	Distancia Entre puntos	DETALLE
9	158° 0'	K3+619.0			
			N-17-E	550.0	
8	190° 30'	K3+069.0			
			N-6° 30'-E	445.0	
7	185° 0'	K2+624.0			
			N-1° 30'-E	446.0	
6	172° 30'	K2+178.0			
			N-9-E	540.0	
5	204° 0'	K1+638.0			
			N-15-W	370.0	
4	199° 0'	K1+268			
			N-34-W	771.0	
3	198° 0'	K0+497.0			
			N-52-W	344.0	
2	244° 0''	K0+153.0			
			S-64-W	153.0	
1	244° 0'	K0+000			
			N-5	470.0	

NOORTE

Proyecto: _____
Sector: _____

Observaciones: _____

Levantó: A. C. E.
Calculó: A. C. E.

Fecha: _____
Hoja: 1 de 37

1	377.0	K0+000	N-2	
2	547.0	K0+122.0	2-57-W	123.0
3	547.0	K0+122.0	4-27-W	297.0
4	162.0	K0+435.0	N-29-W	331.0
5	162.0	K1+588	4-12-W	330.0
6	509.0	K1+823.0	N-4-E	290.0
7	135.30	K2+138.0	4-120-E	948.0
8	152.0	K2+278.0	4-120-E	928.0
9	130.20	K2+588.0	4-13-E	220.0
10	128.0	K2+518.0		



△ Ángulo observado
 Abscisa
 Rumbo
 Entre puntos distancia

DETALLE

Y ENERGÉTICO DE PIZARRO
 ESTUDIO SOCIO ECONOMICO



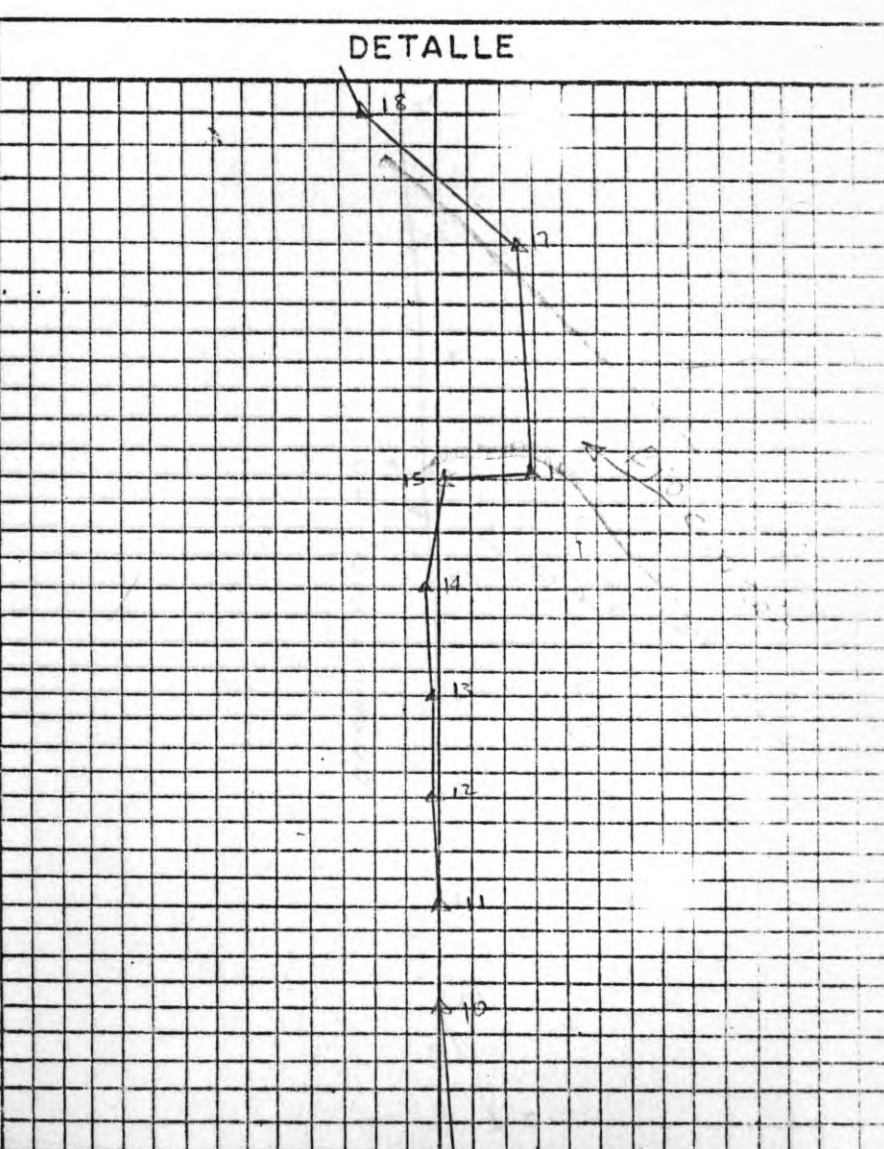
ELABORADO: G. SALAMANCA

ESTUDIO SOCIO ECONOMICO
 Y ENERGÉTICO DE PIZARRO



carretera de tránsito

△	Angulo Observado	Abcisa	Rumbo	Distancia Entre puntos
18	202° 0'	K7+693.0	N-50-W	83.0
17	134° 0'	K7+610.0	N-4-W	397.0
16	90° 0'	K7+213.0	N-86-E	45.0
15	257° 30'	K7+168.0	N-8° 30'-E	454.0
14	192° 0'	K6+714.0	N-3° 30'-W	534.0
13	178° 0'	K6+180.0	N-1° 30'-W	605.0
12	182° 30'	K5+575.0	N-4-W	524.0
11	177° 0'	K5+051.0	N-1-W	962.0
10	184° 0'	K4+089.0	N-S-W	470.0
9		K3+619.0		



Proyecto: _____
 Sector: _____

Observaciones: _____

Levantado: A - C - R
 Calculado: S - E - R

Fecha: _____
 Hoja: 2 De 32

Angulo Observado	Abscisa	Rumbo	Distancia Entre puntos
12	187.30	K2+118.0	
		N-2°-W	310.0
10	189.0	K2+021.0	
		N-2°-W	295.0
11	133.0	K2+021.0	
		N-4°-W	234.0
15	187.30	K2+212.0	
		N-1.30°-W	202.0
13	132.0	K2+120.0	
		N-2.30°-W	224.0
14	125.0	K2+114.0	
		N-2.70°-W	224.0
12	521.30	K2+124.0	
		N-2°-E	22.0
17	30.0	K2+170	
		N-4°-W	323.0
13	129.0	K2+110.0	
		N-2.30°-W	23.0
18	502.0	K2+040.0	
△	Angulo Observado	Rumbo	Distancia Entre puntos



ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO



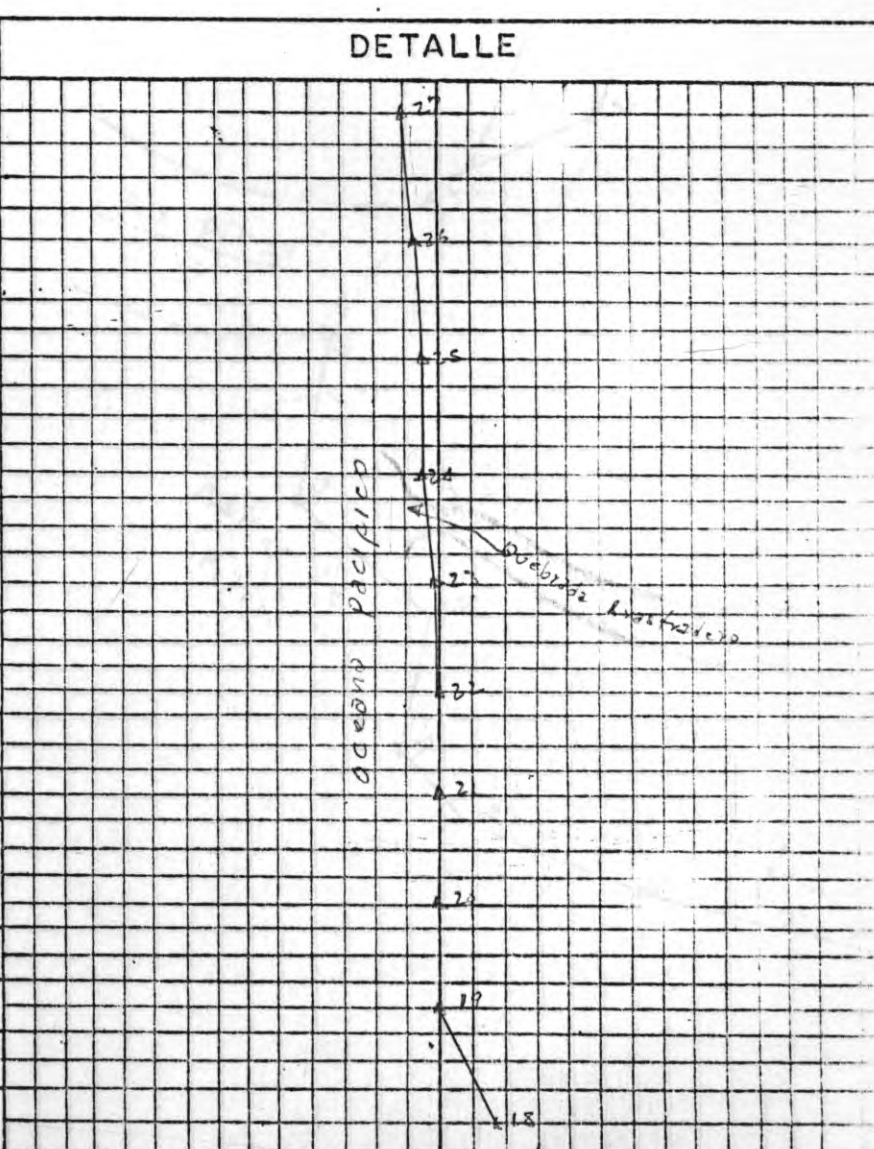
Cartera de tránsito

ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORO: G. SALAMANCA



△	Angulo Observado	Abscisa	Rumbo	Distancia Entre puntos
27	178°30'	K12+312.0	N-5°-W	546.0
26	179°0'	K11+766.0	N-4°-W	515.0
25	178°30'	K11+251.0	N-2°30'-W	592.0
24	184°30'	K10+659.0	N-7°-W	564.0
23	176°0'	K10+095.0	N-3°-W	595.0
22	179°0'	K9+500.0	N-2°-W	520.0
21	179°30'	K8+980.0	N-1°30'-W	546.0
20	180°30'	K8+434.0	N-2°-W	600.0
19	206°0'	K7+834.0	N-28°-W	141.0
18		K7+693.0		



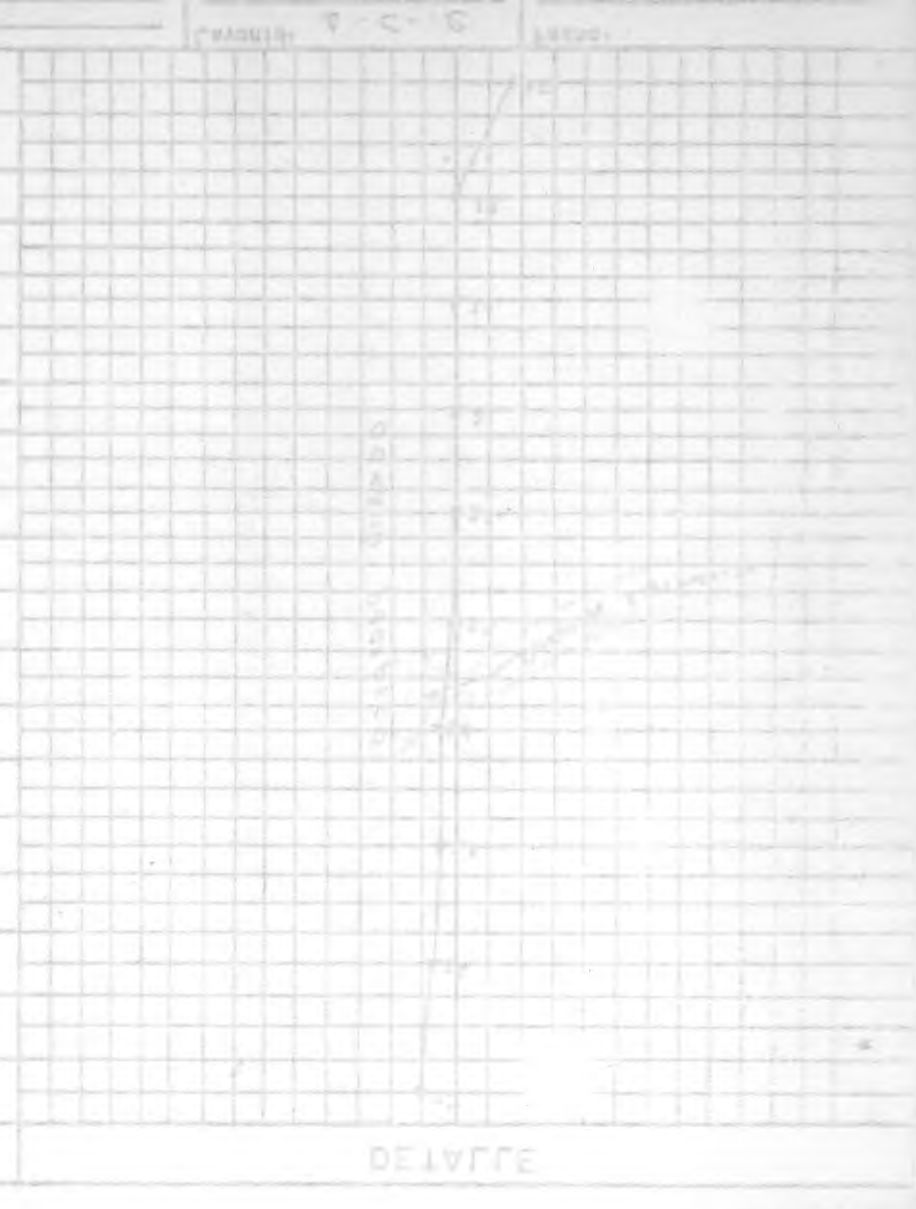
Proyecto: _____
Sector: _____

Observaciones: _____

Levantó: A - C - B
Calculó: L - C - B

Fecha: _____
Hoja: 3 De 32

Estación	Angulo	Abscisa	Rumbo	Distancia
48				
49	130.0	K16+423.0	S-33-E	680.0
50	216.0	K15+943.0	S-69-E	750.0
51	208.0	K15+193.0	N-83-E	329.0
52	242.0	K14+864.0	N-21-E	170.0
53	120.0	K14+694.0	N-81-E	512.0
54	232.0	K14+182.0	N-29-E	120.0
55	209.0	K14+062.0	S-N	440.0
56	185.0	K13+622.0	N-5-W	602.0
57	181.30	K13+020.0	N-6.30-W	708.0
58		K12+312.0		



Y ENERGETICO DE PIZARRO
ESTUDIO SOCIO ECONOMICO



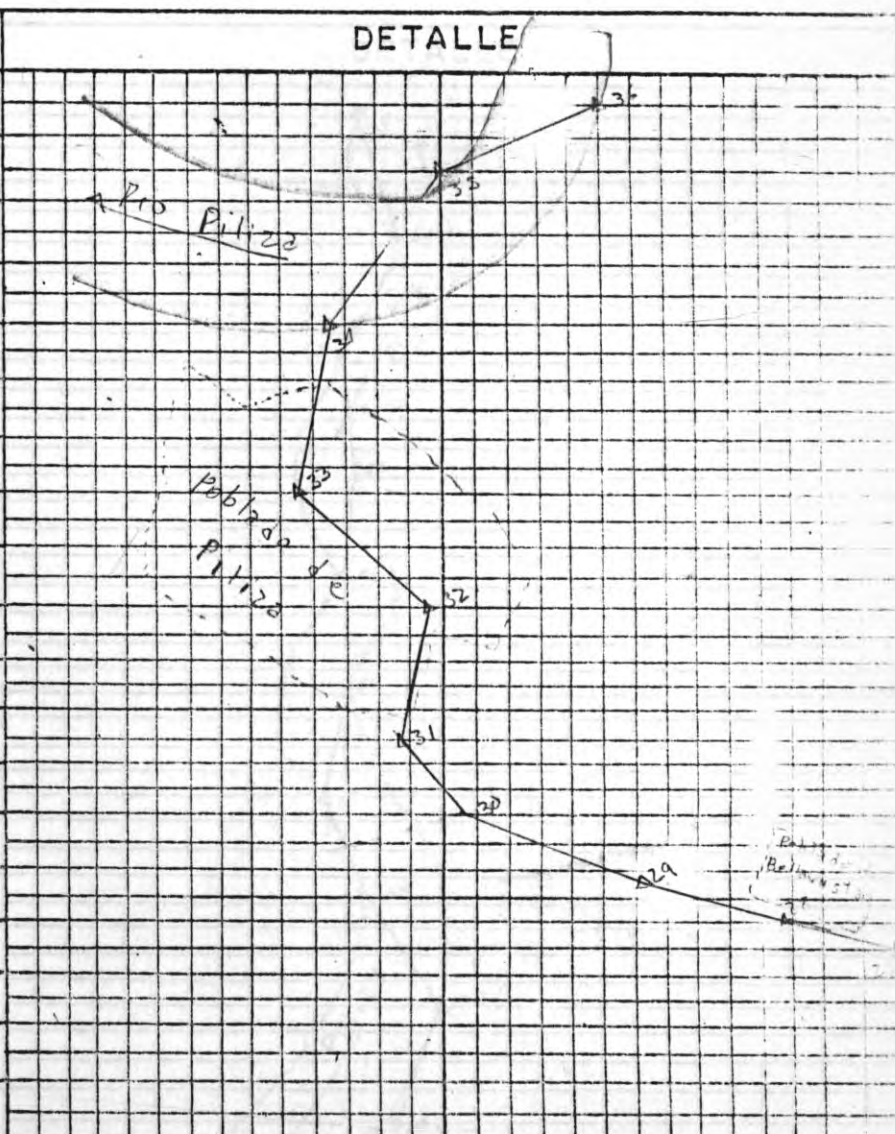
ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORO: G. SALAMANCA



Cartera de tránsito

Estación	Angulo Observado	Abscisa	Rumbo	Distancia Entre puntos
36	130.0'	K16+423.0	S-33-E	680.0
35	216.0'	K15+943.0	S-69-E	750.0
34	208.0'	K15+193.0	N-83-E	329.0
33	242.0'	K14+864.0	N-21-E	170.0
32	120.0'	K14+694.0	N-81-E	512.0
31	232.0'	K14+182.0	N-29-E	120.0
30	209.0'	K14+062.0	S-N	440.0
29	185.0'	K13+622.0	N-5-W	602.0
28	181.30	K13+020.0	N-6.30-W	708.0
27		K12+312.0		



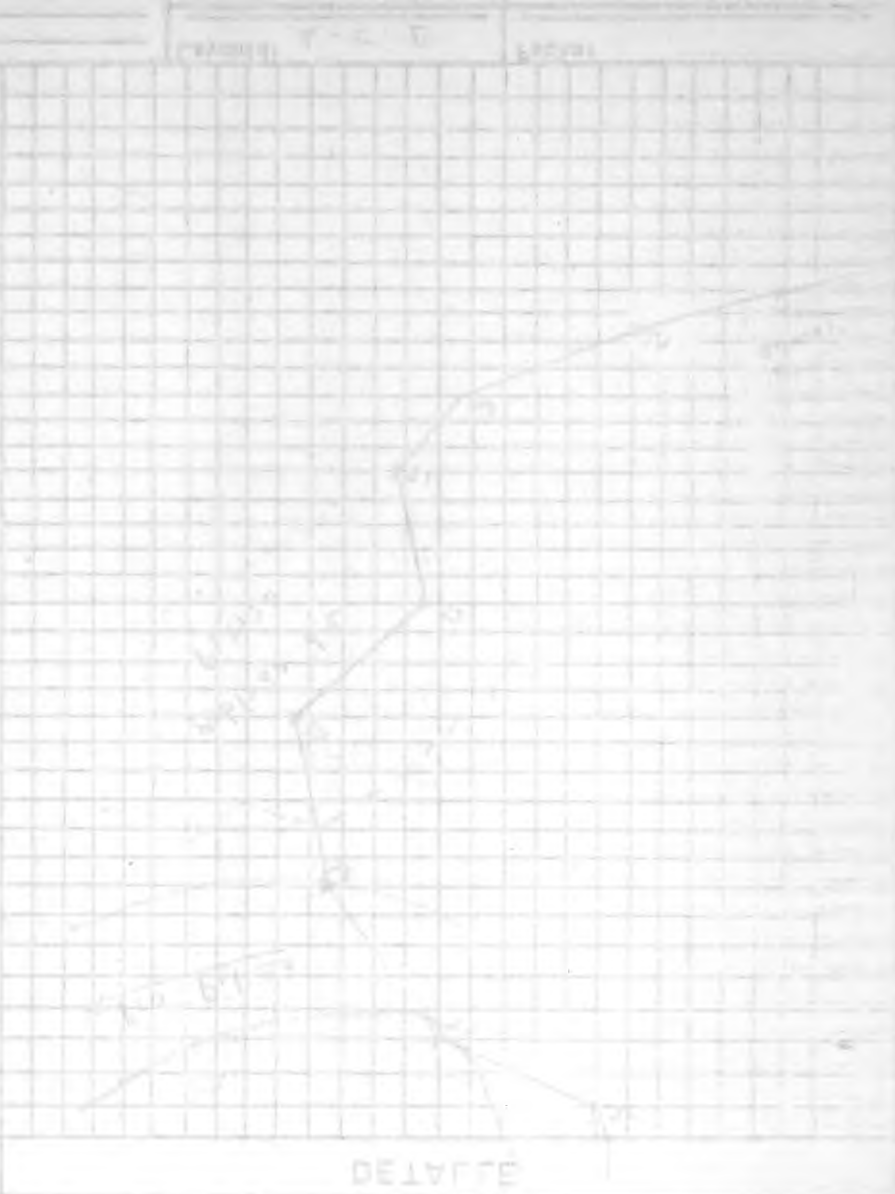
Proyecto: _____
Sector: _____

Observaciones: _____

Levantó: A. C. E.
Calculó: B. C. B.

Fecha: _____
Hoja: 4 No. 37

Estación	Angulo observado	Abscisa	Rumbo	Distancia
35		K16+623.0		
36	186° 0'	K18+383.0	N-43-E	1060.0
37	126° 0'	K17+323.0	S-83-E	700.0
38	186° 0'	K18+383.0	N-43-E	1060.0
39	216° 0'	K19+093.0	N-49-E	710.0
40	166° 0'	K19+573.0	N-85-E	480.0
41	186° 0'	K20+303.0	N-71-E	730.0
42	171° 0'	K2+795.0	N-77-E	492.0
43	210° 0'	K21+289.0	N-68-E	494.0
44	136° 0'	K21+523.0	S-82-E	234.0
45	255° 0'	K21+606.0	N-54-E	83.0



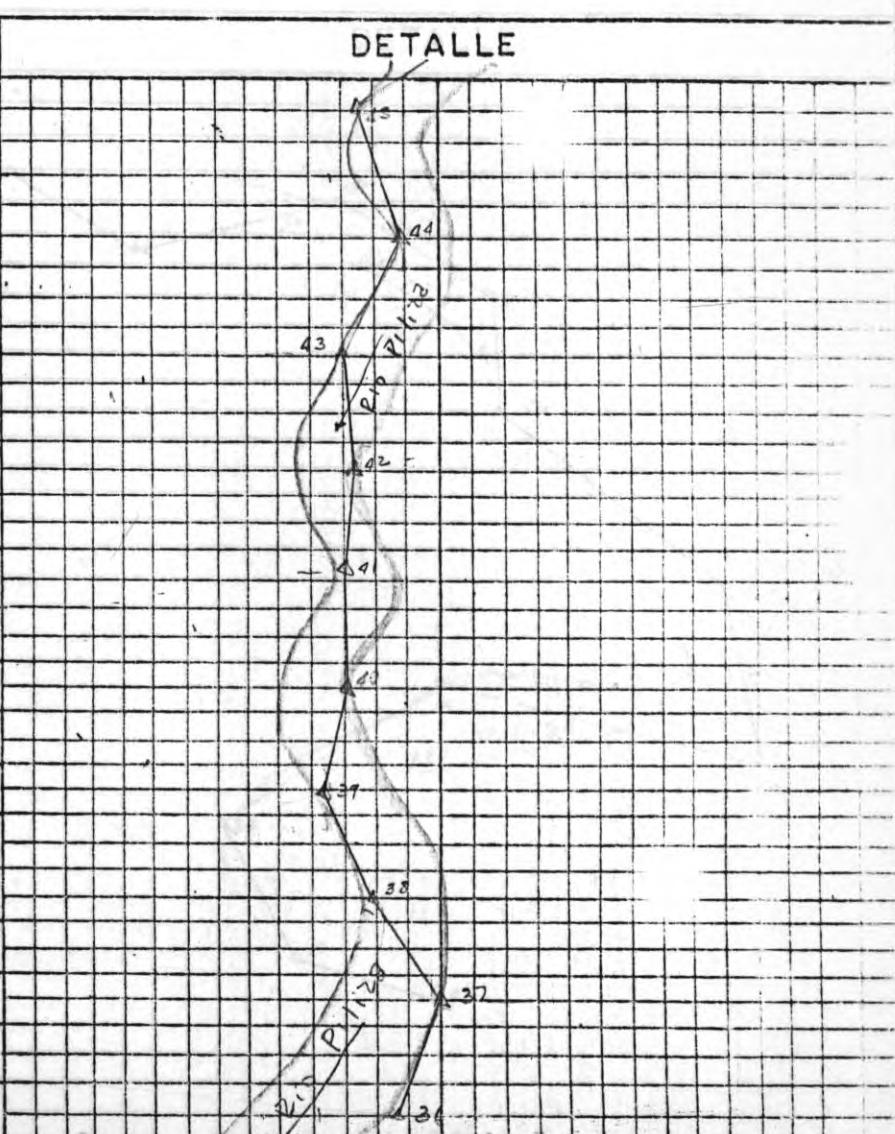
ESTUDIO SOCIO ECONOMICO
Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORADO: G. SALAMANCA



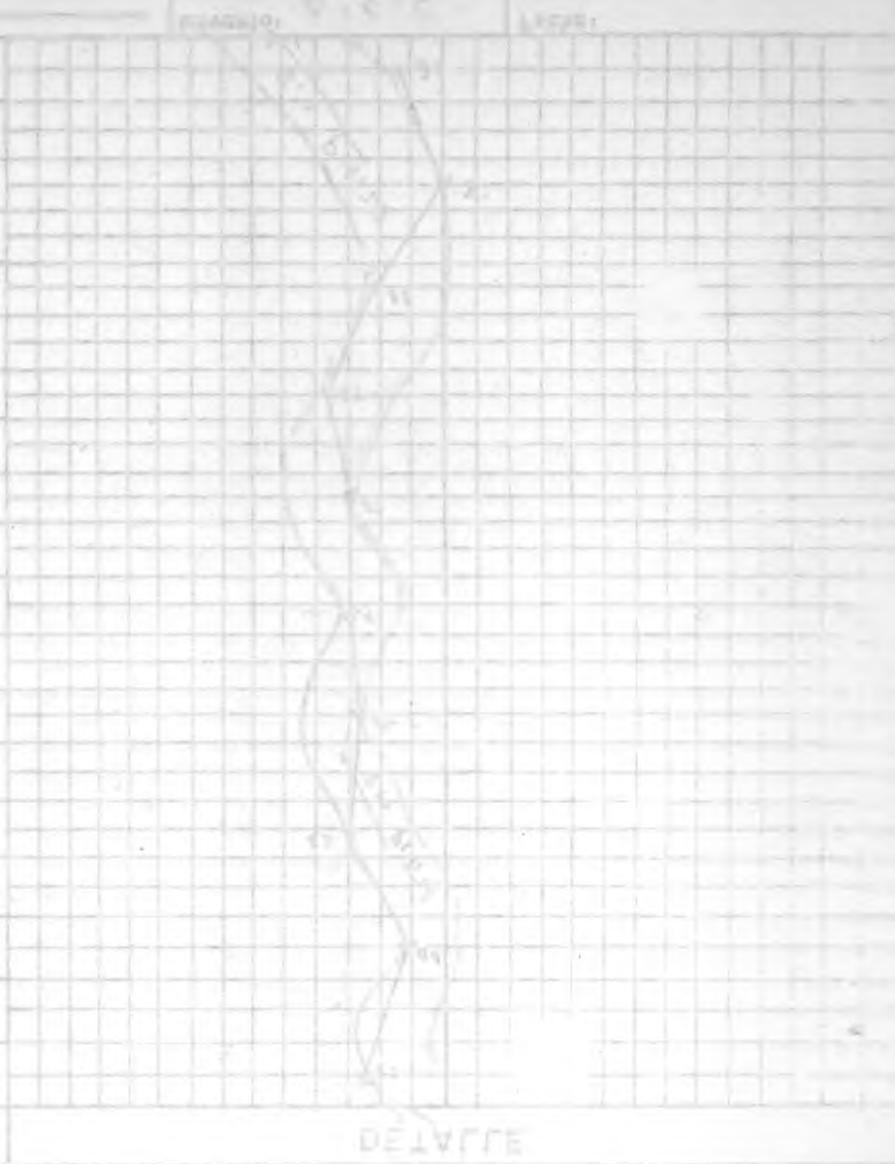
Carretera de tránsito

Estación	Angulo Observado	Abscisa	Rumbo	Distancia Entre puntos
45	255° 0'	K21+606.0		
			N-54-E	83.0
44	136° 0'	K21+523.0		
			S-82-E	234.0
43	210° 0'	K21+289.0		
			N-68-E	494.0
42	171° 0'	K2+795.0		
			N-77-E	492.0
41	186° 0'	K20+303.0		
			N-71-E	730.0
40	166° 0'	K19+573.0		
			N-85-E	480.0
39	216° 0'	K19+093.0		
			N-49-E	710.0
38	186° 0'	K18+383.0		
			N-43-E	1060.0
37	126° 0'	K17+323.0		
			S-83-E	700.0
36		K16+623.0		



Proyecto:	Observaciones:	Levantó: A.C.E	Fecha:
Sector:		Calculó: A.C.E	Hoja: 5 de 32

Estación	Angulo Observado	Abscisa	Rumbo	Distancia Entre puntos
30				
31	158.0	K18+312.0	N-83-E	100.0
32	189.0	K18+382.0	N-83-E	100.0
33	214.0	K18+462.0	N-82-E	100.0
34	199.0	K18+532.0	N-81-E	100.0
35	188.0	K18+602.0	N-81-E	100.0
36	111.0	K18+672.0	N-82-E	100.0
37	210.0	K18+742.0	S-75-E	100.0
38	135.0	K18+812.0	N-76-E	100.0
39	222.0	K18+882.0	S-63-E	100.0
40	64.0	K18+952.0	S-53-W	100.0
41	227.0	K18+102.0	S-06-W	100.0
42	266.0	K18+172.0	S-80-E	100.0
43	225.0	K18+242.0	N-55-E	100.0
44	106.0	K18+312.0	S-51-E	100.0
45		K18+382.0		



ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO



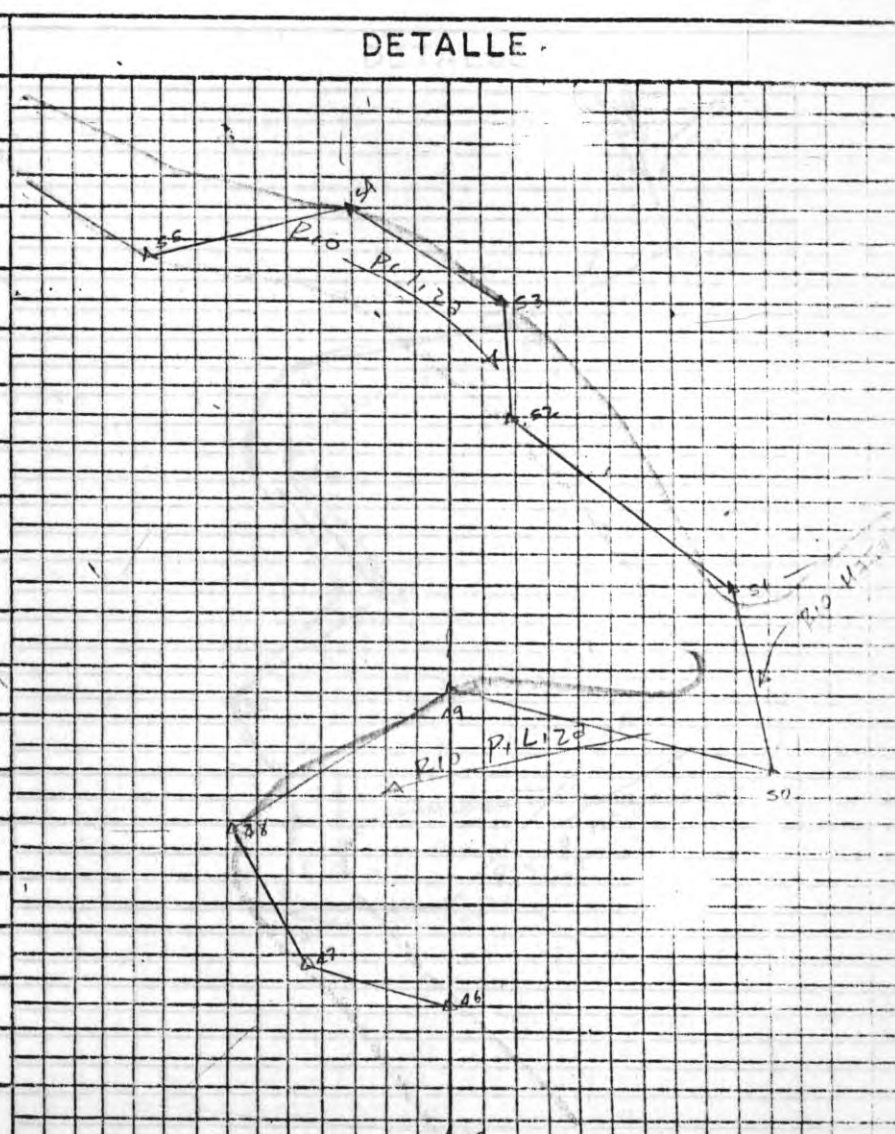
Carretera de tránsito

ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORADO: G. SALAMANCA

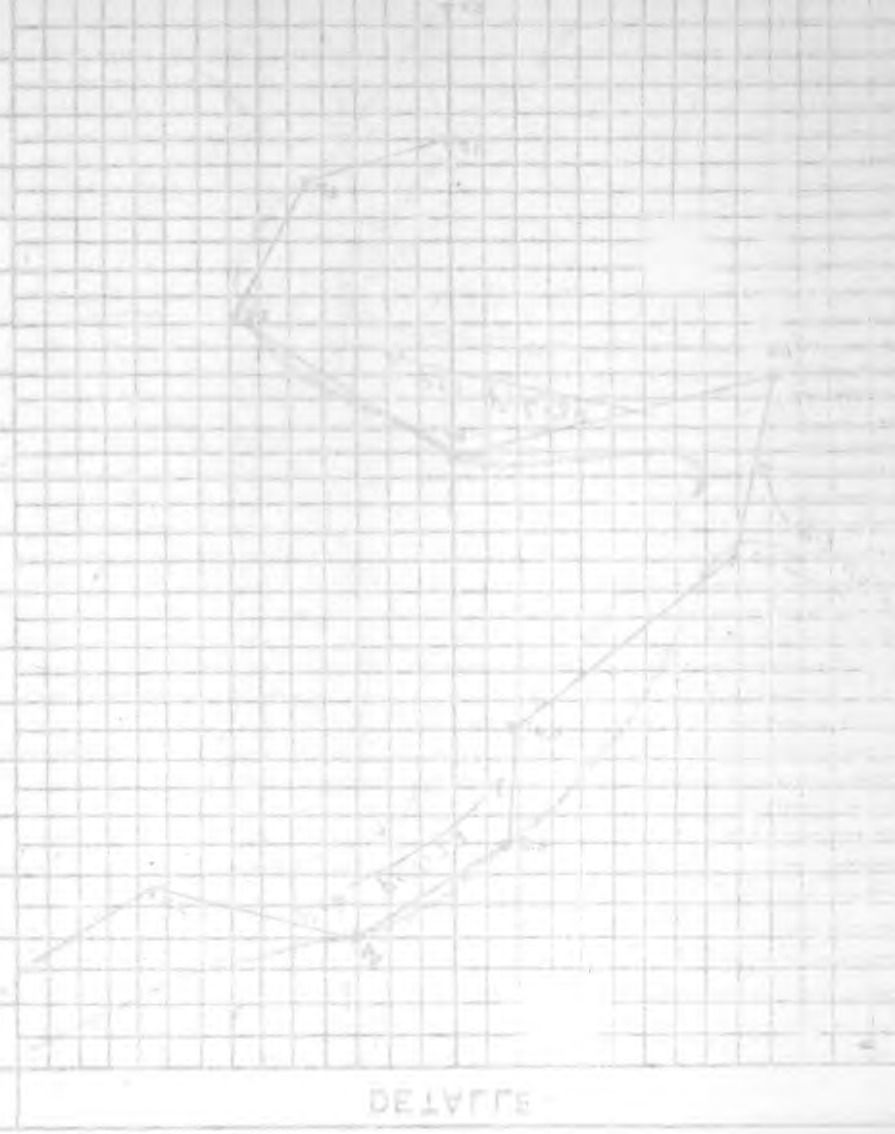


Estación	Angulo Observado	Abscisa	Rumbo	Distancia Entre puntos
54	134.0	K24+270	N-67-E	256.0
53	124.0	K24+020.0	S-57-E	64.0
52	228.0	K23+956.0	N-75-E	294.0
51	138.0	K23+662.0	S-63-E	160.0
50	64.0	K23+502.0	S-53-W	392.0
49	227.0	K23+110.0	S-06-W	269.0
48	266.0	K22+841.0	S-80-E	165.0
47	225.0	K22+676.0	N-55-E	284.0
46	106.0	K22+392.0	S-51-E	786.0
45		K21+606.0		



Proyecto: _____ Observaciones: _____ Levantado: A.C.B. Fecha: _____
 Sector: _____ Calculado: A.C.B. Hora: 6 De 32

52				
51	198.0	K27+947.0	S-41-W	253.0
50			S-57-W	252.0
49	260.0	K26+605.00	S-23-E	189.0
48	217.0	K26+416.0	S-60-E	305.0
47	86.0	K26+111.0	S-34-W	400.0
46	265.0	K25+711.0	S-51-E	422.0
45	151.0	K25+289.0	S-22-E	278.0
44	272.0	K25+011.0	N-66-E	191.0
43	225.0	K24+820.0	N-21-E	544.0
42		K24+276.0		
△	Angulo observado	Abscisa	Rumbo	Distancia Entre puntos



ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

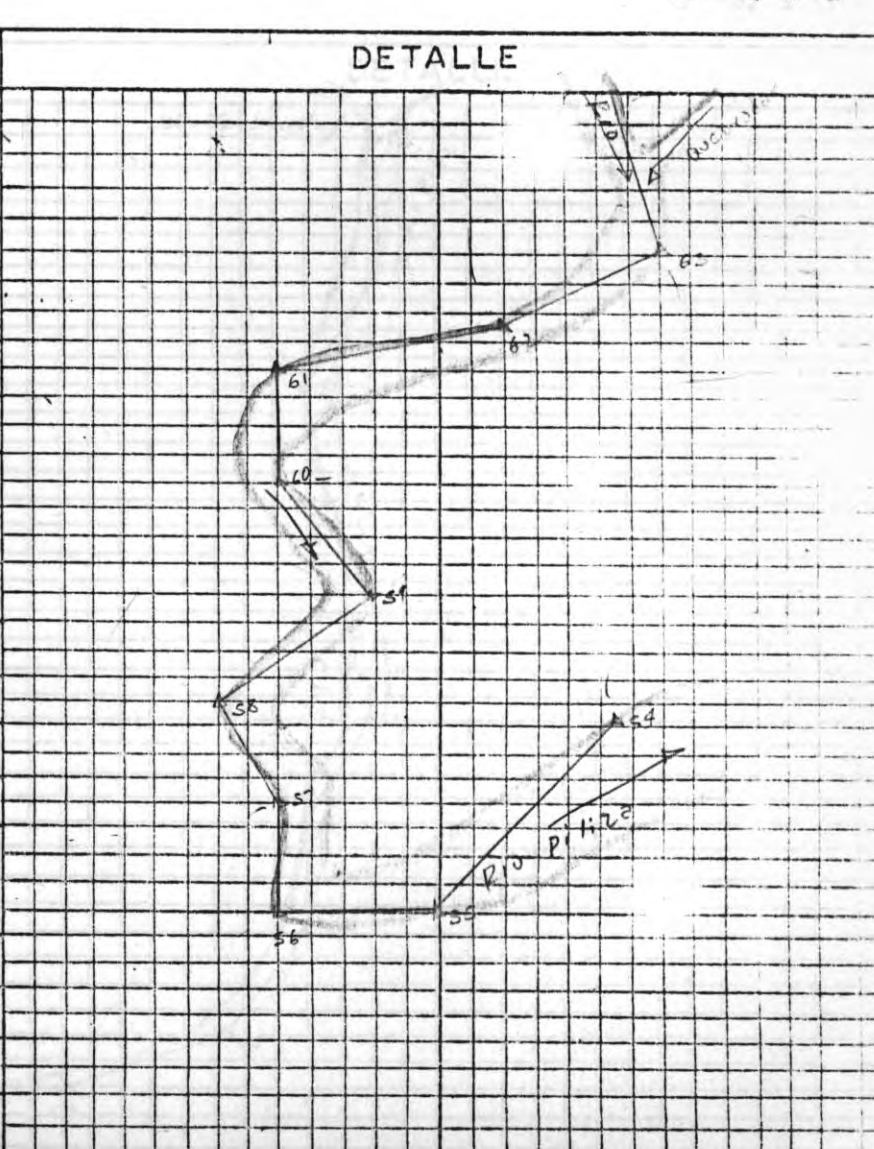
ELABORO: G. SALAMANCA

ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO



Cartera de transito

△	Angulo Observado	Abscisa	Rumbo	Distancia Entre puntos
63	98°0'	K27+110.0	S-41-W	253.0
62	164°0'	K26+857.0	S-57-W	252.0
61	260°0'	K26+605.00	S-23-E	189.0
60	217°0'	K26+416.0	S-60-E	305.0
59	86°0'	K26+111.0	S-34-W	400.0
58	265°0'	K25+711.0	S-51-E	422.0
57	151°0'	K25+289.0	S-22-E	278.0
56	272°0'	K25+011.0	N-66-E	191.0
55	225°0'	K24+820.0	N-21-E	544.0
54		K24+276.0		



Proyecto: _____ Observaciones: _____ Levantó: A. C. E. Fecha: _____
 Sector: _____ Calculó: A. C. E. Hora: 7 Da 31

24		K27+530.0			
			N-31-E	244.0	
23	322.0	K27+320.0			
			N-38-E	161.0	
22	333.0	K27+150.0			
			S-53-E	338.0	
21	121.0	K27+000.0			
			S-27-E	425.0	
20	522.0	K26+510.0			
			S-14-E	860.0	
19	312.0	K26+110.0			
			S-10-E	302.0	
18	513.0	K25+910.0			
			S-22-E	122.0	
17	702.0	K25+710.0			
			S-23-W	325.0	
16	119.0	K25+510.0			
			S-11-W	322.0	
15	18.0	K25+310.0			
			S-11-W	322.0	
14	18.0	K25+110.0			
			S-11-W	322.0	
13	18.0	K24+910.0			
			S-11-W	322.0	
12	18.0	K24+710.0			
			S-11-W	322.0	
11	18.0	K24+510.0			
			S-11-W	322.0	
10	18.0	K24+310.0			
			S-11-W	322.0	
9	18.0	K24+110.0			
			S-11-W	322.0	
8	18.0	K23+910.0			
			S-11-W	322.0	
7	18.0	K23+710.0			
			S-11-W	322.0	
6	18.0	K23+510.0			
			S-11-W	322.0	
5	18.0	K23+310.0			
			S-11-W	322.0	
4	18.0	K23+110.0			
			S-11-W	322.0	
3	18.0	K22+910.0			
			S-11-W	322.0	
2	18.0	K22+710.0			
			S-11-W	322.0	
1	18.0	K22+510.0			
			S-11-W	322.0	



ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

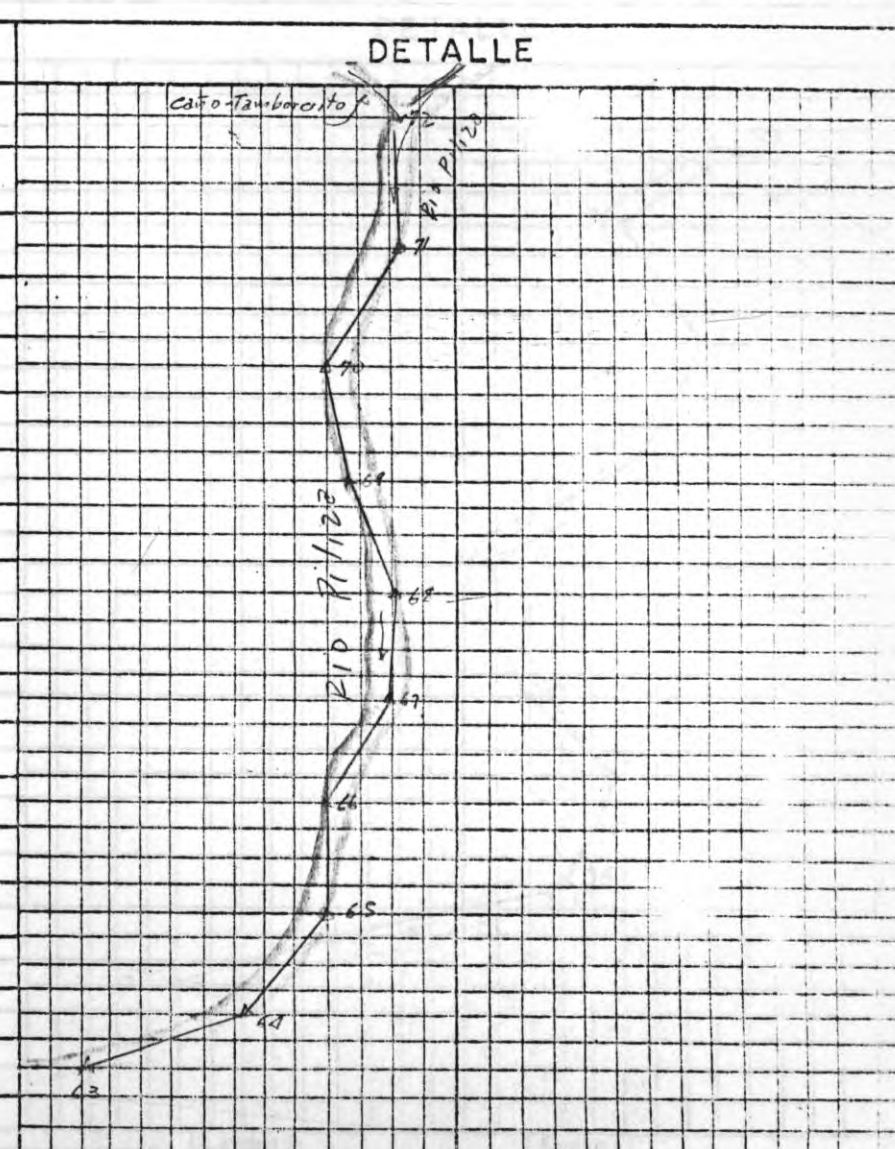


Carretera de tránsito

ELABORADO: G. SALAMANCA

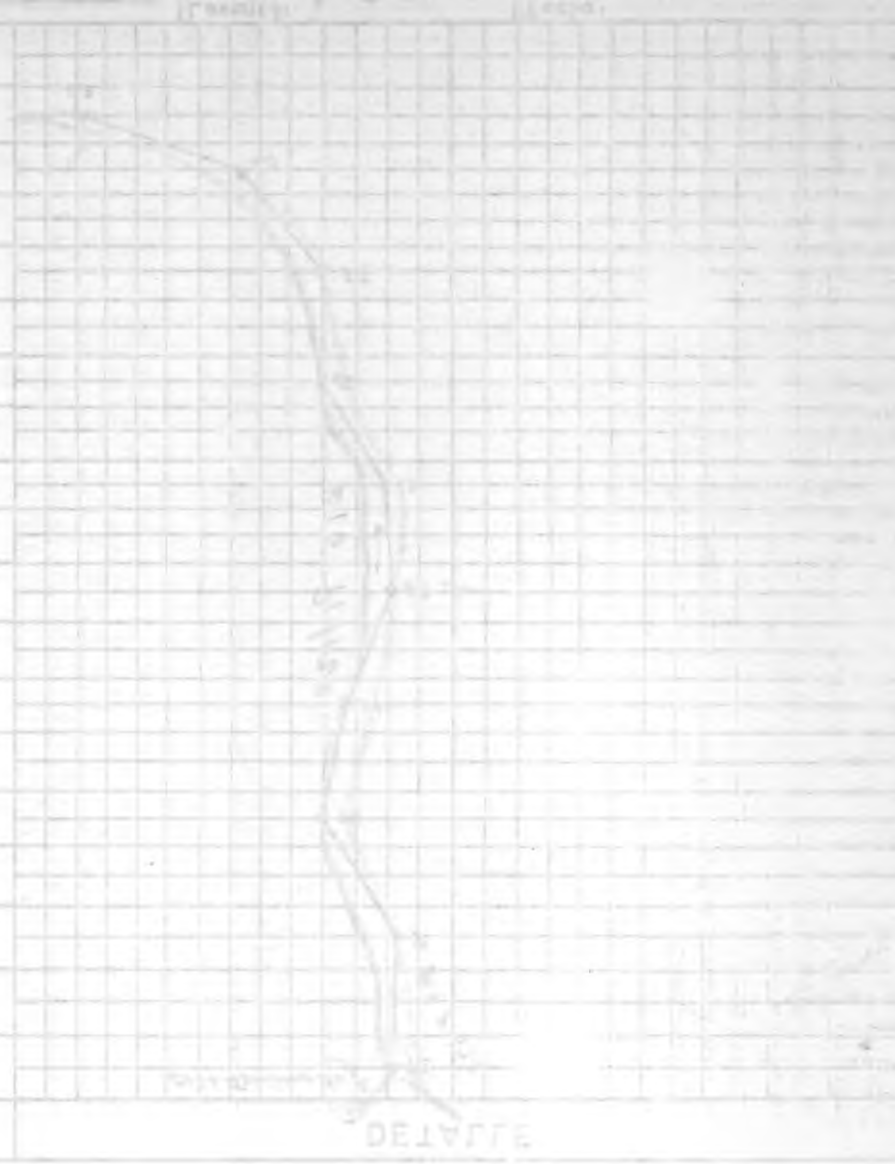


△	Angulo Observado	Abscisa	Rumbo	Distancia Entre puntos
72	234°0'	K28+958	N. 38-E	161.0
71	145°0'	K28+797.0	N 73-E	129.0
70	221°0'	K28+668.0	N. 29-E	214.0
69	190°0'	K28+454.0	N 19-E	200.0
68	155°0'	K28+254.0	N. 44 E	352.0
67	153°0'	K27+902.0	N 71. E	229.0
66	201°0'	K27+673.0	N. 50-E	213.0
65	138°0'	K27+460.0	S- 8.8-E	124.0
64	133°0'	K27+336.0	S- 4.1. E	226.0
63		K27+110.0		



Proyecto: _____ Observaciones: _____ Levantó: A. C. L. Fecha: _____
 Sector: _____ Calculó: A. C. P.

73				
74	127.0	K29+432.0	S-80-E	310.0
75	109.0	K29+495.0	N-47-E	63.0
76	201.0	K29+673.0	N-24-W	178.0
77	265.0	K29+814.0	N-03-W	141.0
78	148.0	K30+018.0	N-82-E	204.0
79	119.0	K30+129.0	N-50-E	111.0
80	272.0	K30+170.0	N-11-W	41.0
81	246.0	K30+322.0	N-81-E	152.0



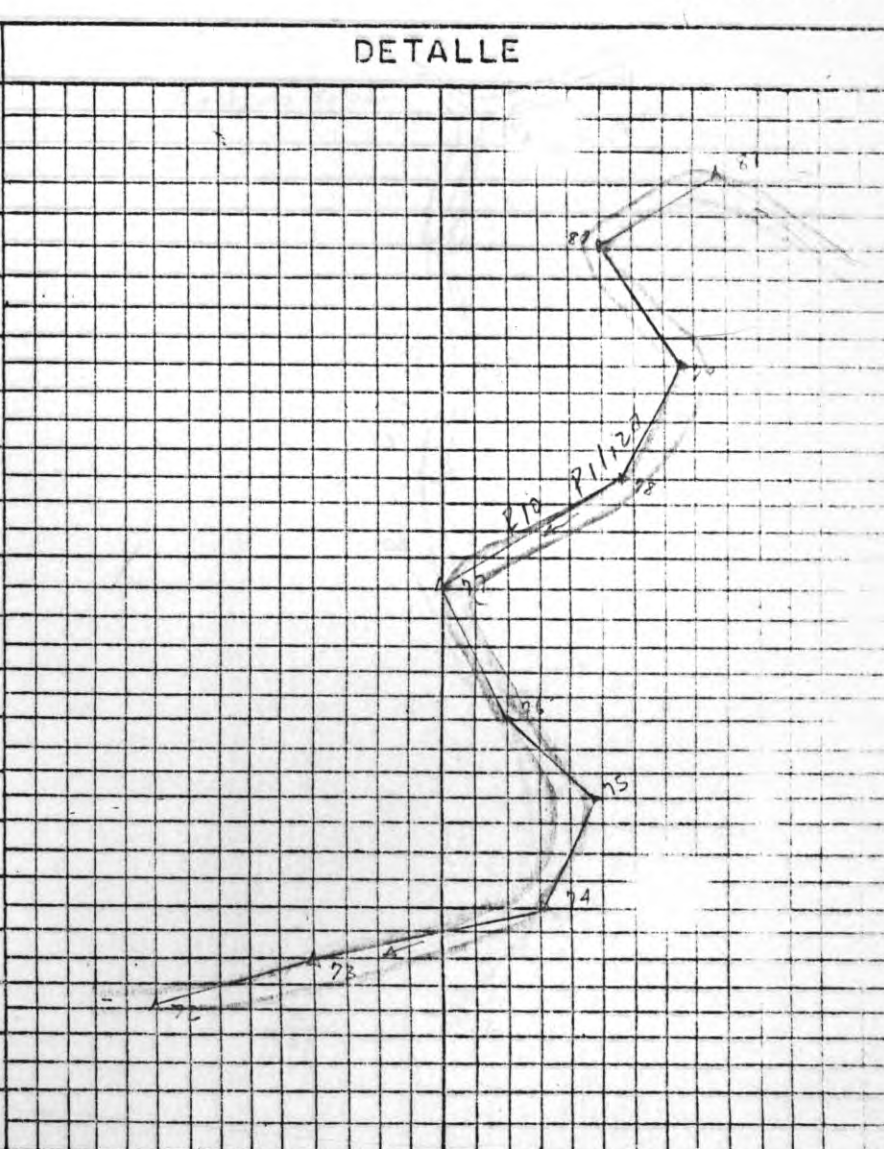
ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORO: G. SALAMANCA



cartera de tránsito

△	Angulo Observado	Abscisa	Rumbo	Distancia Entre puntos
81	246° 0'	K30+322.0		
			N-81-E	152.0
80	272° 0'	K30+170.0		
			N-11-W	41.0
79	119° 0'	K30+129.0		
			N-50-E	111.0
78	148° 0'	K30+018.0		
			N-82-E	204.0
77	265° 0'	K29+814.0		
			N-03-W	141.0
76	201° 0'	K29+673.0		
			N-24-W	178.0
75	109° 0'	K29+495.0		
			N-47-E	63.0
74	127° 0'	K29+432.0		
			S-80-E	310.0
73	188° 0'	K29+122.0		
			S-88-E	164.0
72		K28+958.0		



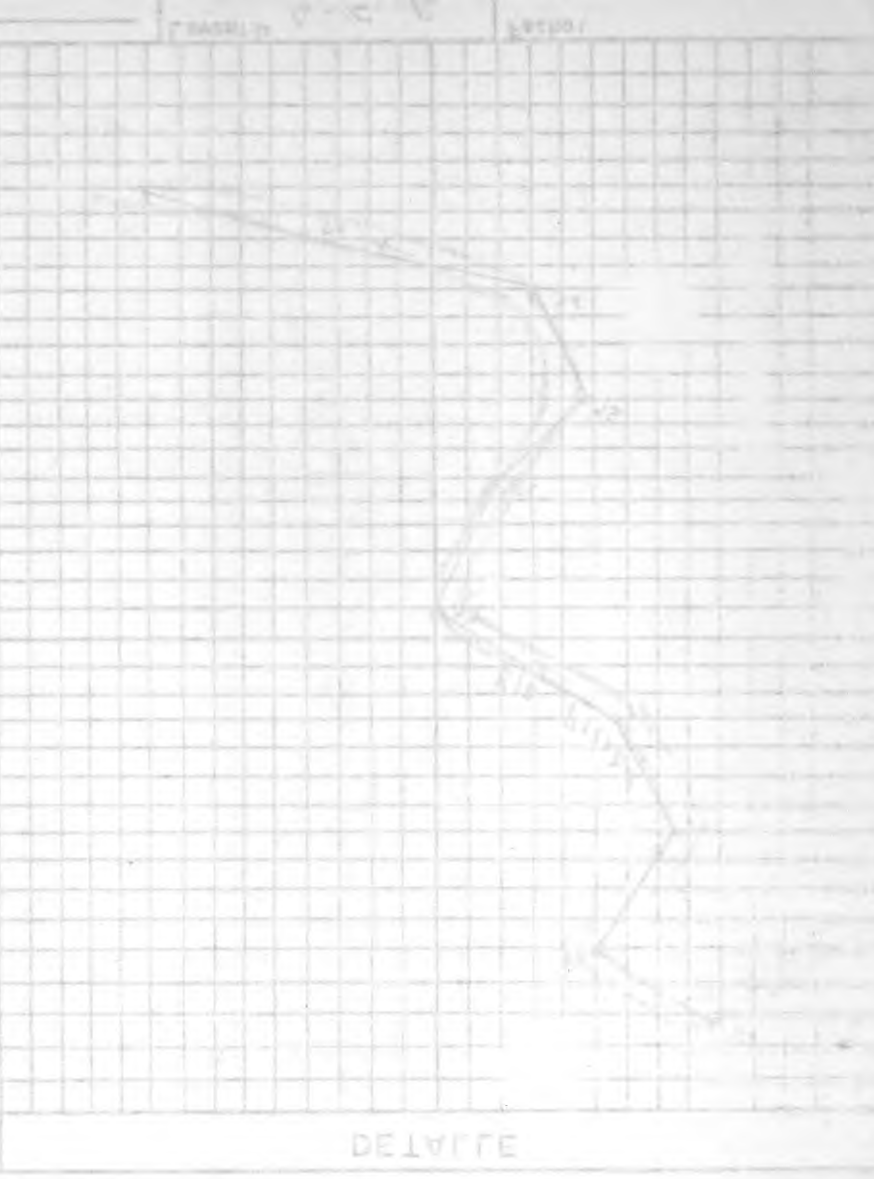
Proyecto: _____
Sector: _____

Observaciones: _____

Levanto: A.C.R.
Calculo: A.C.R.

Fecha: _____
Hora: 9 De 27

Orden	Angulo observado	Abscisa	Rumbo	Distancia entre puntos
25				
26	188.0		2-28-E	145.0
27				
28	153.0		2-28-E	210.0
29				
30	106.0		4-28-M	89.0
31				
32	301.0		4-28-M	138.0
33				
34	522.0		4-28-M	141.0
35				
36	148.0		4-28-E	209.0
37				
38	116.0		4-20-E	111.0
39				
40	535.0		4-11-M	21.0
41				
42	535.0		4-11-E	125.0
43				
44	535.0			



ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

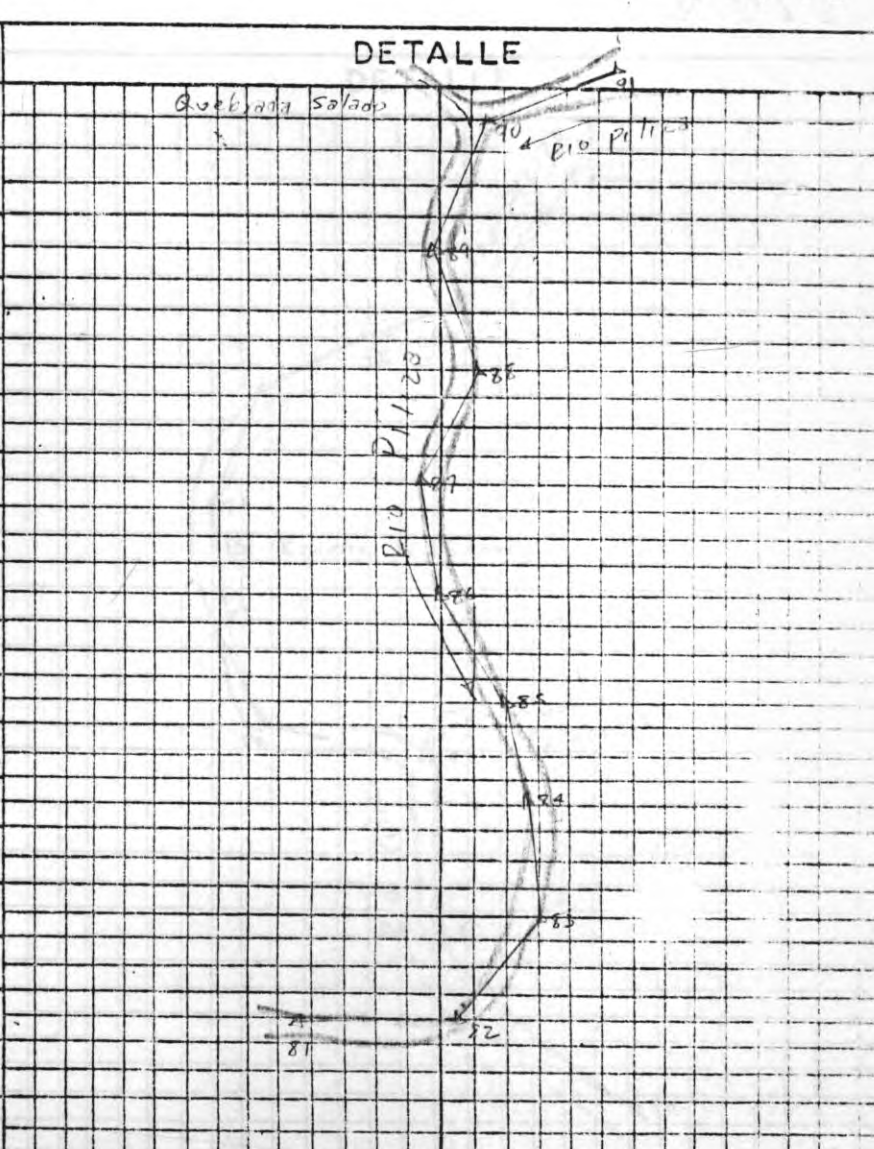


ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORO: G. SALAMANCA

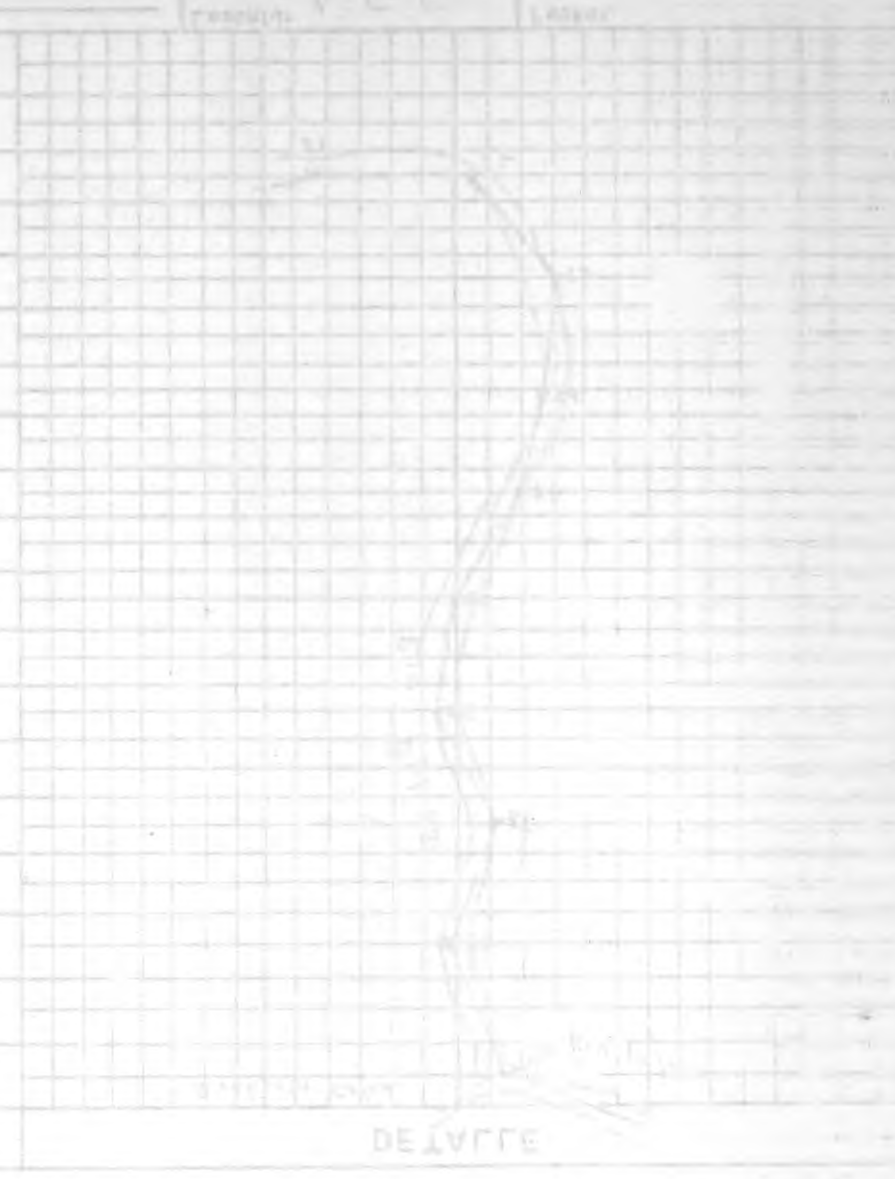
Cartera de tránsito

Orden	Angulo Observado	Abscisa	Rumbo	Distancia Entre puntos
90	235.0	K32+030.0	N. 80-E	240.0
89	223.0	K31+790.0	N. 37-E	145.0
88	132.0	K31+645.0	N 85-E	236.0
87	217.0	K31+409.0	N-48-E	234.0
86	200.0	K31+175.0	N-28-E	224.0
85	161.0	K30+951.0	N-47-E	189.0
84	175.0	K30+762.0	N-52-E	158.0
83	134.0	K30+604.0	S-82-E	69.0
82	131.0	K30+535.0	S-33-E	213.0
81		K30+322.0		



Proyecto: _____ Observaciones: _____ Levantó: A. C. B. Fecha: _____
 Sector: _____ Calculó: A. C. B. Hora: 10 De 2

Estación	Distancia	Rumbo	Distancia
21			
22	171.0	N-88-W	160.0
23	124.0	S-82-W	103.0
24	132.0	S-44-W	64.0
25	203.0	S-21-W	246.0
26	205.0	S-04-E	64.0
27	234.0	S-58-E	131.50
28	105.0	S-17-W	288.0
29	201.0	S-06-E	215.0
30	221.0	S-45-E	70.0
31	228.0		
32	228.0		
33	228.0		
34	228.0		
35	228.0		
36	228.0		
37	228.0		
38	228.0		
39	228.0		
40	228.0		



ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO



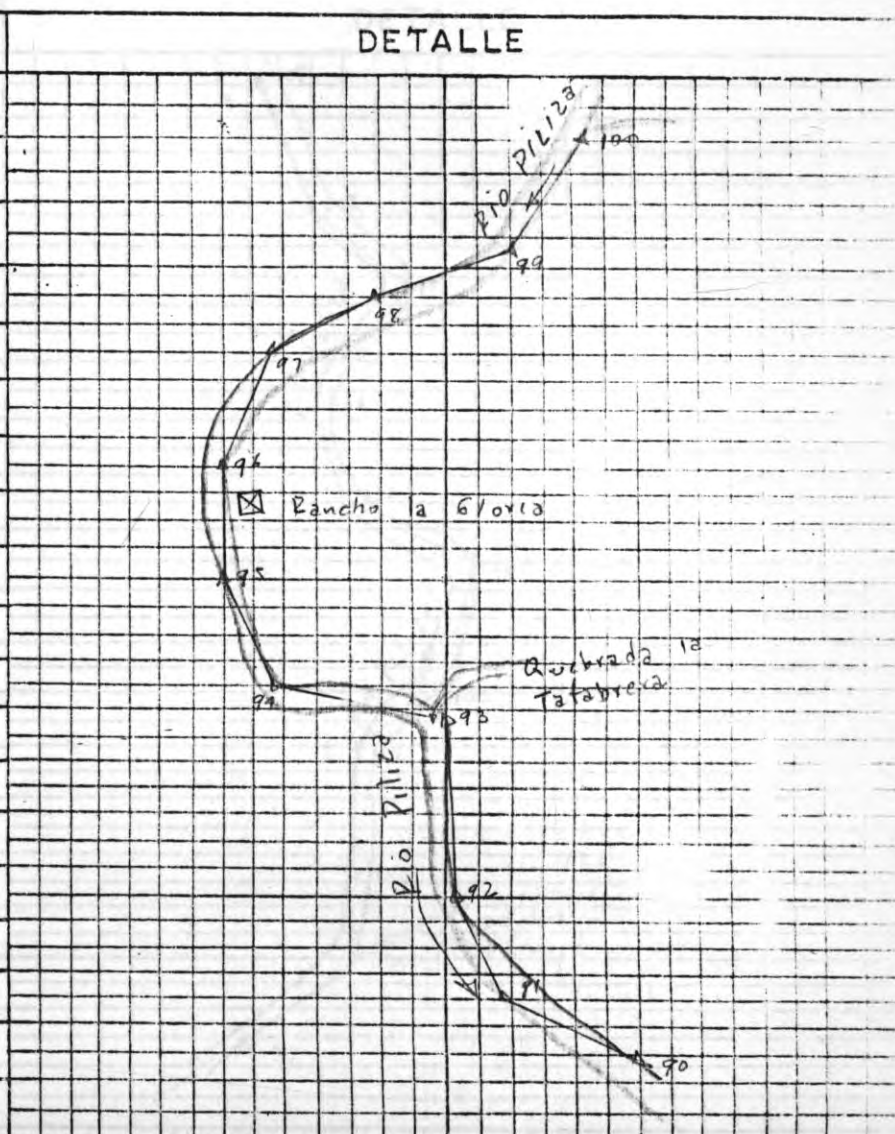
ELABORO: G. SALAMANCA

ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

Carretera de Francisco



Estación	Angulo Observado	Abscisa	Rumbo	Distancia Entre puntos
99	143° 0'	K33+371.5		
			N-88-W	160.0
98	190° 0'	K33+211.5		
			S-82-W	103.0
97	218° 0'	K33+108.5		
			S-44-W	64.0
96	203° 0'	K33+044.5		
			S-21-W	246.0
95	205° 0'	K32+798.5		
			S-04-E	64.0
94	234° 0'	K32+734.5		
			S-58-E	131.50
93	105° 0'	K32+603.0		
			S-17-W	288.0
92	201° 0'	K32+315.0		
			S-06-E	215.0
91	221° 0'	K32+100.0		
			S-45-E	70.0
90		K32+030.0		



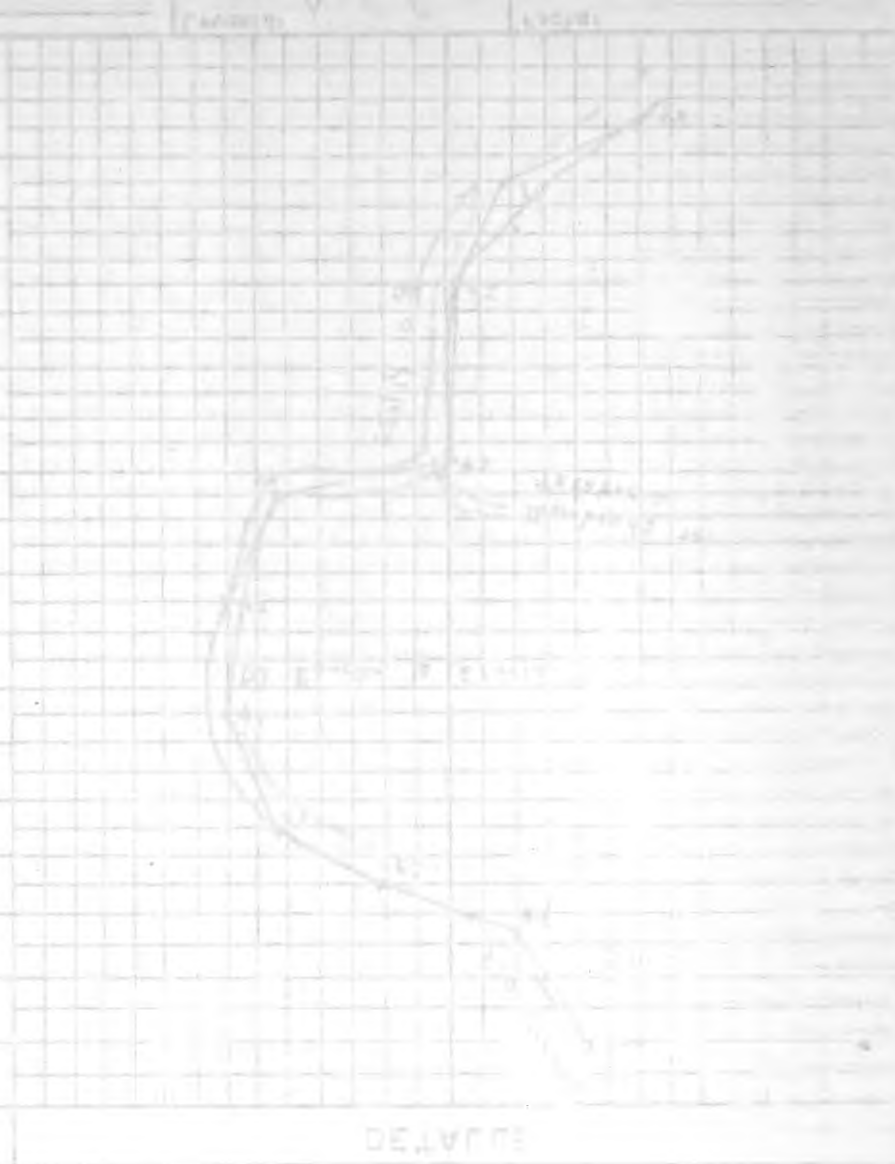
Proyecto: _____
Sector: _____

Observaciones: _____

Levantó: A. C. E.
Calculó: A. C. E.

Fecha: _____
Hoja: 11 de 32

Estación	Angulo	Abscisa	Rumbo	Distancia
10				
11	531.0			
12	541.0			
13	143.0			
14	579.0			
15	302.0			
16	543.0			
17	218.0			
18	180.0			
19	199.0			



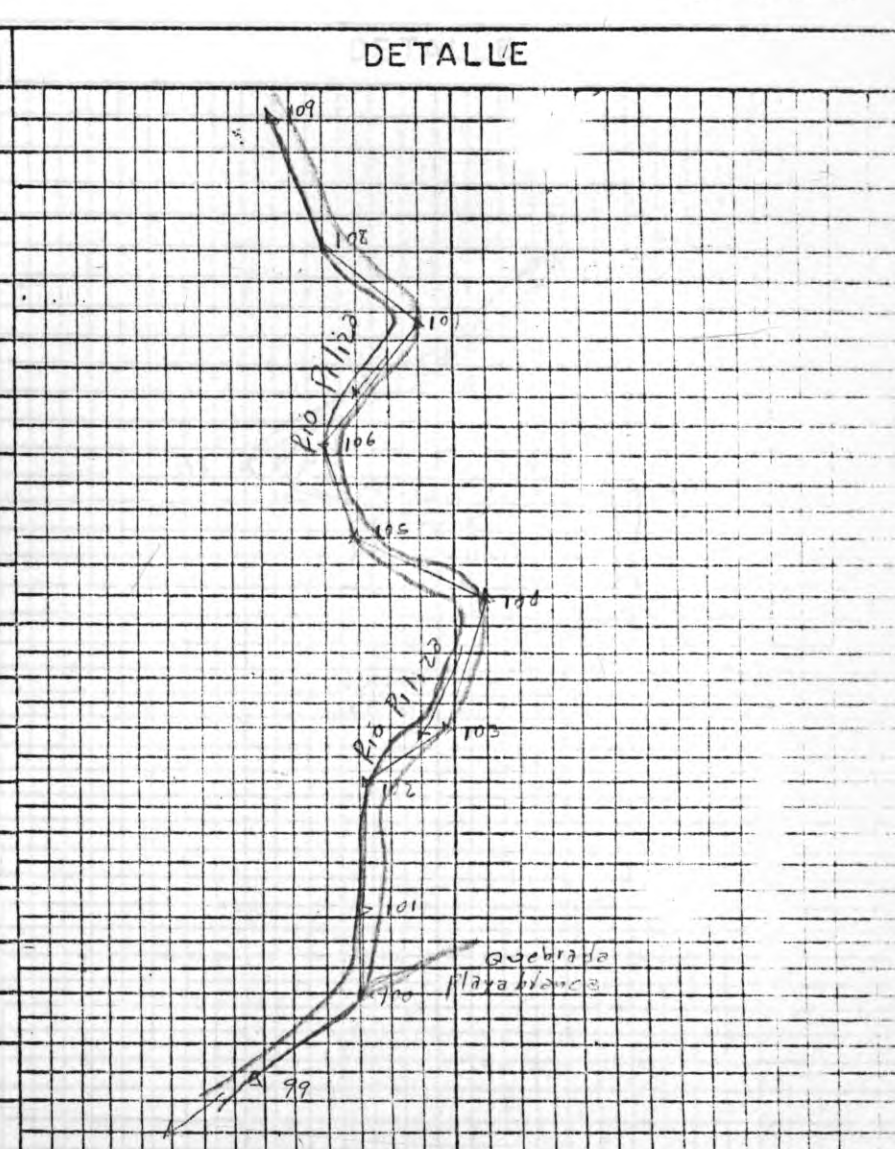
ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORO: G. SALAMANCA



carretera de transito

Estación	Angulo Observado	Abscisa	Rumbo	Distancia Entre puntos
108	208° 0'	K34+590.0	S-47-E	149.0
107	90° 0'	K34+441.0	S 43-W	180.0
106	236° 0'	K34+261.0	S-13-E	125.0
105	226° 0'	K34+136.0	S-59-E	182.0
104	99° 0'	K33+954.0	S-22-W	182.0
103	141° 0'	K33+772.0	S-61-W	61.0
102	235° 0'	K33+711.0	S-06-W	131.0
101	183° 0'	K33+580.0	S-03-W	90.0
100	128° 0'	K33+490.0	S-55-W	118.50
99		K33+371.5		



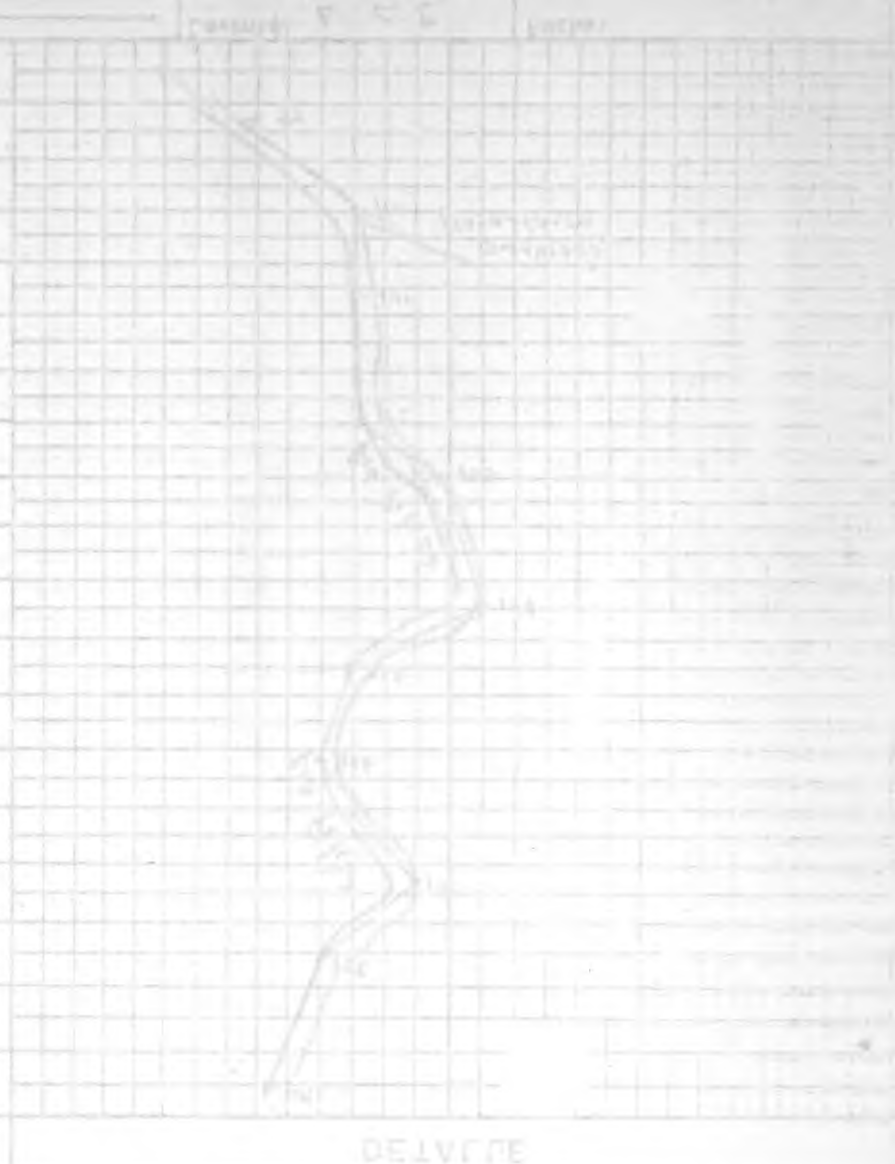
Proyecto: _____
Sector: _____

Observaciones: _____

Levantó: A. C. R.
Calculó: A. C. R.

Fecha: _____
Hoja: 12 De 27

100	138.0	0.000000	2-28-W	118.0
101	138.0	0.000000	2-28-W	80.0
102	138.0	0.000000	2-28-W	131.0
103	138.0	0.000000	2-28-W	81.0
104	138.0	0.000000	2-28-W	128.0
105	138.0	0.000000	2-28-W	123.0
106	138.0	0.000000	2-28-W	120.0
107	138.0	0.000000	2-28-W	148.0
108	138.0	0.000000	2-28-W	148.0



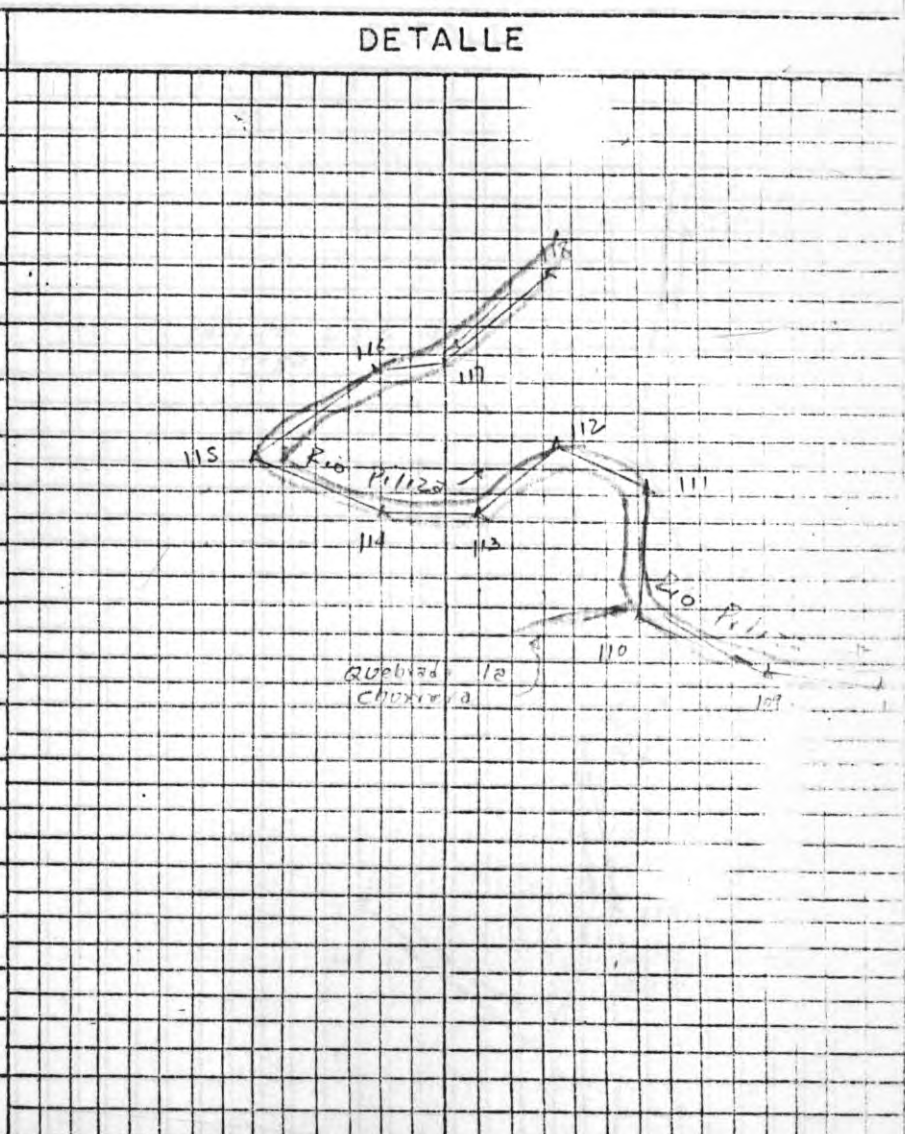
ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORO: G. SALAMANCA



carretera de transito

△	Angulo Observado	Abscisa	Rumbo	Distancia Entre puntos
117	146°0'	K35+485.5	N-39-W	39.0
116	209°0'	K35+446.5	N-68-W	115.50
115	302°0'	K35+331.0	S-10-E	124.0
114	202°0'	K35+207.0	S-32-E	91.0
113	221°0'	K35+116.0	S-73-E	108.0
112	115°0'	K35+008.0	S-08-E	96.0
111	111°0'	K34+912.0	S-61-W	99.0
110	250°0'	K34+813.0	S-09-E	136.0
109	190°0'	K34+677.0	S-19-E	87.0
108		K34+590.0		



Proyecto: _____ Observaciones: _____ Levantó: A. C. B. Fecha: _____
 Sector: _____ Calculó: A. C. B. Hora: 13 No. 37

Estación	Distancia	Rumbo	Angulo
108			
109	100.0	S-13-E	33.0
110	200.0	S-18-E	35.80
111	300.0	S-33-E	88.0
112	400.0	S-05-W	115.0
113	500.0	S-56-W	57.0
114	600.0	S-21-E	212.0
115	700.0	S-18-W	143.0
116	800.0	S-18-W	143.0
117	900.0	N-73-W	101.0



ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORADO: G. SALAMANCA



Carretera de tránsito

Estación	Angulo Observado	Abscisa	Rumbo	Distancia Entre puntos	DETALLE
125		K36+270.6			
124	185°0'	K36+237.3	S-13-E	33.30	
123	195°0'	K36+201.5	S-18-E	35.80	
122	142°0'	K36+113.5	S-33-E	88.0	
121	129°0'	K35+998.5	S-05-W	115.0	
120	257°0'	K35+941.5	S-56-W	57.0	
119	141°0'	K35+729.5	S-21-E	212.0	
118	91°0'	K35+586.5	S-18-W	143.0	
117		K35+485.5	N-73-W	101.0	

Proyecto: _____ Observaciones: _____ Levantó: A.C.B. Fecha: _____
 Sector: _____ Calculó: A.C.B. Hora: 14 No. 27

113					
114	41.0		2-18-m	147°0	
115	196.0		2-31-2	215°0	
116	523.0		2-22-m	23°0	
117	178.0		2-02-m	112°0	
118	140.0		2-27-2	88°0	
119	142.0		2-18-2	42°0	
120	152.0		2-12-2	37°0	

DETALLE

ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORO: G. SALAMANCA



cartera de nivel

EST	V.+	π	V-I	V.-	COTA	DETALLE
Δ 80	1.35	3.080			01.730	
80 A			3.08		0.00	Nivel Agua
Δ 81	1.87	1.710		3.24	-0.160	
81 A			1.59		0.12	Nivel de Agua
Δ 82	1.28	1.810		1.18	0.530	
82 A			1.65		0.16	Nivel de Agua
Δ 83	1.13	1.510		1.43	0.380	
83 A			1.31		0.20	Nivel de Agua
Δ 84	2.19	2.750		0.95	0.560	
84 A			2.50		0.25	Nivel de Agua
Δ 85	1.18	2.630		1.30	1.450	
85 A			2.33		0.30	Nivel de Agua
Δ 86	1.90	2.810		1.72	0.910	
86 A			2.50		0.31	Nivel de Agua
Δ 87				1.86	0.950	

Proyecto:	Observaciones:	Levanto: A. C. R.	Fecha:
Sector:		Calculo: A. C. R.	Hoja: 16 De 32

83				1.29	0.320	
84			2.00		0.31	
85	1.40	2.810		1.35	0.310	
86			2.32		0.30	
87	1.18	2.920		1.36	0.420	
88			2.20		0.35	
89	2.18	2.720		1.29	0.540	
90			2.20		0.54	
91	0.39	2.070		1.06	1.680	
92	2.14	2.900		1.31	0.760	
93	1.35	2.970		1.28	1.620	
94	0.79	2.450		1.31	1.660	
95				1.31	1.140	

ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORO: G. SALAMANCA



cartera de nivel

EST	V.+	π	V-I	V--	COTA	DETALLE
Δ 87	1.06	2.010			0.950	
87 A			1.47		0.54	Nivel de agua
Δ 88	1.13	1.830		1.31	0.700	
88 A			1.28		0.55	Muel de Agua
Δ 89	2.18	2.720		1.29	0.540	
89 A			2.17		0.55	Nivel de Agua
Δ 90	1.46	2.740		1.44	1.280	
90 A			2.20		0.54	Nivel de Agua
Δ 91	0.39	2.070		1.06	1.680	
91 A			1.45		0.62	Nivel de Agua
Δ 92	2.14	2.900		1.31	0.760	
92 A			2.18		0.72	Nivel de Agua
Δ 93	1.35	2.970		1.28	1.620	
93 A			2.02		0.95	Nivel de Agua
Δ 94	0.79	2.450		1.31	1.660	
94 A			1.34		1.11	Nivel de Agua
Δ 95				1.31	1.140	

Proyecto:	Observaciones:	Levante:	Fecha:
Sector:		A. C. E	
		Calculo:	Hora: 17 de Da 32
		A. C. E	

94	1.57	2.710	1.64	1.140	
95	2.00	3.280	1.43	1.280	
96	1.41	3.250	1.44	1.840	
97	1.72	3.630	1.34	1.910	
98	1.47	3.680	1.42	2.210	
99	2.16	4.450	1.39	2.290	
100	1.54	4.560	1.43	3.020	
101	0.35	3.560	1.35	3.210	
102			1.67	1.89	
103			1.52	2.040	

ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORO: G. SALAMANCA



Cartera de Nivel

EST	V.+	π	V.-I	V.--	COTA	DETALLE
Δ 95	1.57	2.710			1.140	
95 A			1.64		1.07	Nivel de Agua
Δ 96	2.00	3.280		1.43	1.280	
96 A			2.10		1.18	Nivel de Agua
Δ 97	1.41	3.250		1.44	1.840	
97 A			1.98		1.27	Nivel de Agua
Δ 98	1.72	3.630		1.34	1.910	
98 A			2.17		1.46	Nivel de Agua
Δ 99	1.47	3.680		1.42	2.210	
99 A			2.14		1.54	Nivel de Agua
Δ 100	2.16	4.450		1.39	2.290	
100 A			2.87		1.58	Nivel de Agua
Δ 101	1.54	4.560		1.43	3.020	
101 A			2.77		1.79	Nivel de Agua
Δ 102	0.35	3.560		1.35	3.210	
102 A			1.67		1.89	Nivel de Agua
Δ 103				1.52	2.040	

Proyecto:	Observaciones:	Levanta:	Fecha:
Sector:		Calculo:	Hoja: 18 De 32

Estación	V.+	π	V.-I	V.-	COTA	DETALLE
Δ 102					2.040	
102 A			2.18		1.93	Nivel de Agua
Δ 103	0.38	4.290		1.42	2.690	
103 A			2.05		2.04	Nivel de Agua
Δ 104	1.24	5.240		1.35	2.740	
104 A			2.81		2.42	Nivel de Agua
Δ 105	2.17	6.290		1.15	4.080	
105 A			1.84		2.62	Nivel de Agua
Δ 106	1.57	6.840		1.35	3.110	
106 A			1.95		2.73	Nivel de Agua
Δ 107	1.52	7.890		1.17	3.510	
107 A			2.18		2.85	Nivel de Agua
Δ 108	1.40	8.940		1.44	3.590	
108 A			1.96		3.03	Nivel de Agua
Δ 109	0.420	9.990		1.45	3.540	
109 A			4.57		3.17	Nivel de Agua
Δ 110				1.41	6.330	
110 A						
Δ 111						

ESTUDIO SOCIO ECONOMICO
Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORO: G. SALAMANCA



Cartera de Nivel

EST	V.+	π	V.-I	V.-	COTA	DETALLE
Δ 103	2.07	4.110			2.040	
103 A			2.18		1.93	Nivel de Agua
Δ 104	1.40	4.090		1.42	2.690	
104 A			2.05		2.04	Nivel de Agua
Δ 105	2.49	5.230		1.35	2.740	
105 A			2.81		2.42	Nivel de Agua
Δ 106	0.38	4.460		1.15	4.080	
106 A			1.84		2.62	Nivel de Agua
Δ 107	1.57	4.680		1.35	3.110	
107 A			1.95		2.73	Nivel de Agua
Δ 108	1.52	5.03		1.17	3.510	
108 A			2.18		2.85	Nivel de Agua
Δ 109	1.40	4.990		1.44	3.590	
109 A			1.96		3.03	Nivel de Agua
Δ 110	0.420	7.740		1.45	3.540	
110 A			4.57		3.17	Nivel de Agua
Δ 111				1.41	6.330	

Proyecto:

Observaciones:

Levanta: A. C. B

Fecha:

Sector:

Calculo: A. C. B

Hoja: 19 de 37

111						
111 A			0.23		6.330	
112	0.25	5.400		1.41	5.150	
112 A			1.48		3.92	
113	3.45	7.510		1.34	4.060	
113 A			3.44		4.07	
114	1.09	7.210		1.39	6.120	
114 A			2.90		4.31	
115	0.69	6.490		1.41	5.800	
115 A			2.09		4.49	
116	1.44	6.590		1.34	5.150	
116 A			2.09		4.50	
117	2.03	7.240		1.38	5.210	
117 A			2.73		4.51	
118	1.10	6.980		1.36	5.880	
118 A			2.31		4.67	
119				1.26	5.720	
EST	V.+	π	V-I	V.-	COTA	DETALLE

ESTUDIO SOCIO ECONOMICO
Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORO: G. SALAMANCA



Cartera de Nivel

EST	V.+	π	V-I	V.-	COTA	DETALLE
Δ 111	0.23	6.560			6.330	
111 A			3.07		3.49	Nivel de Agua
Δ 112	0.25	5.400		1.41	5.150	
112 A			1.48		3.92	Nivel de Agua
Δ 113	3.45	7.510		1.34	4.060	
113 A			3.44		4.07	Nivel de Agua
Δ 114	1.09	7.210		1.39	6.120	
114 A			2.90		4.31	Nivel de Agua
Δ 115	0.69	6.490		1.41	5.800	
115 A			2.09		4.49	Nivel de Agua
Δ 116	1.44	6.590		1.34	5.150	
116 A			2.09		4.50	Nivel de Agua
Δ 117	2.03	7.240		1.38	5.210	
117 A			2.73		4.51	Nivel de Agua
Δ 118	1.10	6.980		1.36	5.880	
118 A			2.31		4.67	Nivel de Agua
Δ 119				1.26	5.720	

Proyecto:

Observaciones:

Levantó:

Fecha:

Sector:

Calculó:

Hora: 20

De 27

EST	V.+	⌘	V-I	V--	COTA	DETALLE
118						
118 A			5.01		4.81	Nivel de Agua
119	2.06	7.780			5.720	
119 A			2.97		4.81	Nivel de Agua
120	1.54	7.860		1.46	6.320	
120 A			2.13		5.73	Nivel de Agua
121	2.66	9.190		1.33	6.530	
121 A			3.21		5.98	Nivel de Agua
122	1.31	8.950		1.55	7.640	
122 A			2.65		6.30	Nivel de Agua
123	1.78	9.340		1.39	7.560	
123 A			2.18		7.16	Nivel de Agua
124	1.41	9.380		1.37	7.970	
124 A			2.01		7.37	Nivel de Agua
125 A			1.88		7.50	Nivel de Agua
125				1.18	8.200	

ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO



ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO						ELABORO: G. SALAMANCA
EST	V.+	⌘	V-I	V--	COTA	DETALLE
Δ 119	2.06	7.780			5.720	
119 A			2.97		4.81	Nivel de Agua
Δ 120	1.54	7.860		1.46	6.320	
120 A			2.13		5.73	Nivel de Agua
Δ 121	2.66	9.190		1.33	6.530	
121 A			3.21		5.98	Nivel de Agua
Δ 122	1.31	8.950		1.55	7.640	
122 A			2.65		6.30	Nivel de Agua
Δ 123	1.78	9.340		1.39	7.560	
123 A			2.18		7.16	Nivel de Agua
Δ 124	1.41	9.380		1.37	7.970	
124 A			2.01		7.37	Nivel de Agua
125 A			1.88		7.50	Nivel de Agua
Δ 125				1.18	8.200	



Proyecto: _____ Observaciones: _____ Levantó: A. C. B. Fecha: _____
 Sector: _____ Calculó: A. C. B.

PROYECCIONES		COORDENADAS	
N	E	N	E
153.00	67.07	2.000.00	2.000.00
344.00	137.52	1.932.93	1.862.48
771.00	271.08	2.144.72	1.591.41
326.00	431.14	2.783.90	1.160.27
370.00	95.76	3.141.30	1.064.51
540.00	24.47	3.674.45	1.148.98
446.00	11.67	4.120.50	1.160.66
445.00	50.38	4.562.64	1.211.03
550.00	160.80	5.088.60	1.371.84
470.00	40.96	5.556.81	1.330.87
962.00	16.79	6.518.67	1.314.09
524.00	36.55	7.041.39	1.277.53
605.00	15.84	7.646.18	1.261.70
534.00	32.60	8.179.19	1.229.10
454.00	67.11	8.628.20	1.296.20
45.00	44.89	8.631.34	1.341.09
397.00	27.69	9.027.37	1.313.40

ESTUDIO SOCIO ECONOMICO
Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORADO: G. SALAMANCA



△	ANGULO OBSERVADO	AZIMUT	DISTANCIA	PROYECCIONES				COORDENADAS		△
				N	S	E	W	N	E	
				Latitud		Longitud				
1								2.000.00	2.000.00	1
2	244° 0' 0"	244° 0' 0"	153.00		67.07		137.52	1.932.93	1.862.48	2
3	198° 0' 0"	308° 0' 0"	344.00	211.79			271.08	2.144.72	1.591.41	3
4	199° 0' 0"	326° 0' 0"	771.00	639.19			431.14	2.783.90	1.160.27	4
5	204° 0' 0"	345° 0' 0"	370.00	357.39			95.76	3.141.30	1.064.51	5
6	172° 30' 0"	009° 0' 0"	540.00	533.35		24.47		3.674.45	1.148.98	6
7	185° 0' 0"	001° 30' 0"	446.00	445.85		11.67		4.120.50	1.160.66	7
8	190° 30' 0"	006° 30' 0"	445.00	442.14		50.38		4.562.64	1.211.03	8
9	158° 0' 0"	017° 0' 0"	550.00	525.97		160.80		5.088.60	1.371.84	9
10	184° 0' 0"	355° 0' 0"	470.00	468.21			40.96	5.556.81	1.330.87	10
11	177° 0' 0"	359° 0' 0"	962.00	961.85			16.79	6.518.67	1.314.09	11
12	182° 30' 0"	356° 0' 0"	524.00	522.72			36.55	7.041.39	1.277.53	12
13	178° 0' 0"	358° 30' 0"	605.00	604.79			15.84	7.646.18	1.261.70	13
14	192° 0' 0"	356° 30' 0"	534.00	533.00			32.60	8.179.19	1.229.10	14
15	257° 30' 0"	008° 30' 0"	454.00	449.10		67.11		8.628.20	1.296.20	15
16	90° 0' 0"	086° 0' 0"	45.00	3.14		44.89		8.631.34	1.341.09	16
17		356° 0' 0"	397.00	396.03			27.69	9.027.37	1.313.40	17

Proyecto: _____ Observaciones: _____ Levantó: A.C.R. Fecha: _____
 Sector: _____ Calculó: _____ Hoja: 25 De 32

PROYECCIONES	COORDENADAS	PROYECCIONES	COORDENADAS
13			
14	130.0.0.		
15	135.30.0.		
16	140.0.0.		
17	145.0.0.		
18	150.0.0.		
19	155.30.0.		
20	160.0.0.		
21	165.0.0.		
22	170.0.0.		
23	175.0.0.		
24	180.0.0.		
25	185.0.0.		
26	190.0.0.		
27	195.0.0.		
28	200.0.0.		
29	205.0.0.		
30	210.0.0.		
31	215.0.0.		
32	220.0.0.		
33	225.0.0.		

ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO



ELABORO: G. SALAMANCA



ANGULO OBSERVADO	AZIMUT	DISTANCIA	PROYECCIONES				COORDENADAS		ANGULO OBSERVADO
			N	S	E	W	N	E	
17	134° 0' 0"								17
18	202° 0' 0"	310° 0' 0"	83.00	53.35		63.58	9.080.73	1.249.82	18
19	206° 0' 0"	332° 0' 0"	141.00	124.50		66.20	9.205.22	1.183.62	19
20	180° 30' 0"	358° 0' 0"	600.00	599.63		20.94	9.804.86	1.162.68	20
21	179° 30' 0"	358° 30' 0"	546.00	545.81		14.29	10.350.67	1.148.39	21
22	179° 0' 0"	358° 0' 0"	520.00	519.68		18.15	10.870.35	1.130.24	22
23	176° 0' 0"	357° 0' 0"	595.00	594.18		31.14	11.464.54	1.099.10	23
24	184° 30' 0"	353° 0' 0"	564.00	559.80		68.73	12.024.33	1.030.37	24
25	178° 30' 0"	357° 30' 0"	529.00	591.44		25.82	12.615.77	1004.54	25
26	179° 0' 0"	356° 0' 0"	515.00	513.75		35.92	13.129.51	968.62	26
27	178° 30' 0"	355° 0' 0"	546.00	543.92		47.59	13.673.44	921.03	27
28	181° 30' 0"	353° 30' 0"	708.00	703.45		80.15	14.376.89	840.88	28
29	185° 0' 0"	355° 0' 0"	602.00	599.71		52.47	14.976.59	788.42	29
30	209° 0' 0"	360° 0' 0"	440.00	440.00	000		15.416.59	788.42	30
31	232° 0' 0"	029° 0' 0"	120.00	104.95	58.18		15.525.54	846.60	31
32	120° 0' 0"	081° 0' 0"	512.00	80.09	505.70		15.601.64	1.352.29	32
33		021° 0' 0"	170.00	158.71	60.92		15.760.35	1.413.22	33

Proyecto: _____ Observaciones: _____ Levantó: A.C.R. Fecha: _____
 Sector: _____ Calculó: _____ Hoja: 26 De 32

33		051.0.0.	150.00	128.51		20.45		12.320.22	1.112.55	33
35	150. 0. 0.	081.0.0.	215.00	80.08		202.30		12.320.22	1.223.33	35
31	525. 0. 0.	058.0.0.	150.00	107.62		25.18		12.320.22	1.223.33	31
30	508. 0. 0.	300.0.0.	220.00	170.00		000		12.320.22	1.223.33	30
36	189. 0. 0.	322.0.0.	205.00	268.31			25.12	12.320.22	1.223.33	36
37	181. 30. 0.	323.20.0.	208.00	267.72			21.08	12.320.22	1.223.33	37
34	138. 90. 0.	322.0.0.	208.00	267.72			21.08	12.320.22	1.223.33	34
32	138. 0. 0.	322.0.0.	212.00	219.32			22.25	12.320.22	1.223.33	32
32	138. 30. 0.	323.20.0.	225.00	211.04			25.85	12.320.22	1.223.33	32
34	189. 30. 0.	322.0.0.	208.00	267.72			25.12	12.320.22	1.223.33	34
33	137. 0. 0.	323.0.0.	222.00	268.18			21.14	12.320.22	1.223.33	33
32	118. 0. 0.	328.0.0.	250.00	210.72			18.12	12.320.22	1.223.33	32
31	118. 30. 0.	328.30.0.	248.00	212.81			11.28	12.320.22	1.223.33	31
30	180. 30. 0.	328.0.0.	200.00	244.82			30.48	12.320.22	1.223.33	30
31	508. 0. 0.	235.0.0.	181.00	154.20			22.22	12.320.22	1.223.33	31
32	508. 0. 0.	310.0.0.	83.00	22.32			22.22	12.320.22	1.223.33	32

ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO



ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORO:

G. SALAMANCA



ANGULO OBSERVADO	AZIMUT	DISTANCIA	PROYECCIONES				COORDENADAS		ANGULO
			N	S	E	W	N	E	
33	242° 0' 0"						15.760.35	1413.22	33
34	208° 0' 0"	083° 0' 0"	329.00	40.10		326.55	15.800.44	1.739.76	34
35	216° 0' 0"	111° 0' 0"	750.00		268.78	700.19	15.531.67	2.439.95	35
36	130° 0' 0"	147° 0' 0"	680.00		570.30	370.35	14.961.37	2.810.30	36
37	126° 0' 0"	97° 0' 0"	700.00		85.31	694.78	14.876.07	3.505.09	37
38	186° 0' 0"	43° 0' 0"	1060.00	775.23		722.92	15.651.30	4.228.01	38
39	216° 0' 0"	49° 0' 0"	710.00	465.80		535.84	16.117.10	4.763.85	39
40	166° 0' 0"	85° 0' 0"	480.00	41.83		478.17	16.158.94	5.242.02	40
41	186° 0' 0"	71° 0' 0"	730.00	237.66		690.23	16.396.60	5.932.25	41
42	171° 0' 0"	77° 0' 0"	492.00	110.68		479.39	16.507.28	6.411.64	42
43	210° 0' 0"	68° 0' 0"	294.00	110.13		272.59	16.617.41	6.684.23	43
44	136° 0' 0"	98° 0' 0"	234.00		32.57	231.72	16.584.84	6.915.95	44
45	255° 0' 0"	54° 0' 0"	83.00	48.79		67.15	16.633.63	6.983.10	45
46	106° 0' 0"	129° 0' 0"	786.00		494.65	610.84	16.138.98	7.593.94	46
47	225° 0' 0"	55° 0' 0"	284.00	162.90		232.64	16.301.88	7.826.58	47
48	266° 0' 0"	100° 0' 0"	165.00		28.65	162.49	16.273.23	7.989.07	48
49		186° 0' 0"	269.00		267.53		16.005.70	7.960.95	49

Proyecto:

Observaciones:

Levantó:

Fecha:

Sector:

Calculó:

Hoja: 27 De 32

Punto	Observación	Azimut	Distancia	Proyecciones				Coordenadas	
				N	S	E	W	N	E
49	227° 0' 0"	233° 0' 0"	392.00	235.91		313.07	16.005.95	7.960.95	
50	64° 0' 0"	117° 0' 0"	160.00	72.64	142.56		15.769.79	7.647.89	
51	138° 0' 0"	75° 0' 0"	294.00	76.09	283.98		15.697.15	7.790.45	
52	228° 0' 0"	123° 0' 0"	64.00	34.86	53.67		15.773.24	8.074.43	
53	124° 0' 0"	67° 0' 0"	256.00	100.03	235.65		15.738.39	8.128.11	
54	134° 0' 0"	21° 0' 0"	544.00	507.87	194.95		15.838.41	8.363.76	
55	225° 0' 0"	66° 0' 0"	191.00	77.69	174.49		16.346.28	8.558.71	
56	273° 0' 0"	158° 0' 0"	278.00	257.76	104.14		16.423.97	8.733.20	
57	151° 0' 0"	129° 0' 0"	422.00	265.57	327.96		16.166.21	8.837.34	
58	265° 0' 0"	214° 0' 0"	400.00	331.62	48.08	223.68	15.900.64	9.165.27	
59	86° 0' 0"	120° 0' 0"	305.00	152.50	264.14		15.569.02	8.941.62	
60	217° 0' 0"	157° 0' 0"	189.00	173.98	73.85		15.416.52	9.205.75	
61	260° 0' 0"	237° 0' 0"	252.00	137.25	202.07	211.34	15.242.55	9.279.60	
62	164° 0' 0"	221° 0' 0"	253.00	190.94	95.07	165.98	15.105.30	9.068.26	
63	98° 0' 0"	139° 0' 0"	226.00	170.56	148.27		14.914.36	8.902.27	
64	133° 0' 0"	92° 0' 0"	124.00	4.33	123.92		14.743.79	9.050.54	
65							14.739.46	9.174.47	

ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORO: G. SALAMANCA



Punto	Angulo Observado	Azimut	Distancia	Proyecciones				Coordenadas	
				N	S	E	W	N	E
49	227° 0' 0"	233° 0' 0"	392.00	235.91		313.07	16.005.95	7.960.95	
50	64° 0' 0"	117° 0' 0"	160.00	72.64	142.56		15.769.79	7.647.89	
51	138° 0' 0"	75° 0' 0"	294.00	76.09	283.98		15.697.15	7.790.45	
52	228° 0' 0"	123° 0' 0"	64.00	34.86	53.67		15.773.24	8.074.43	
53	124° 0' 0"	67° 0' 0"	256.00	100.03	235.65		15.738.39	8.128.11	
54	134° 0' 0"	21° 0' 0"	544.00	507.87	194.95		15.838.41	8.363.76	
55	225° 0' 0"	66° 0' 0"	191.00	77.69	174.49		16.346.28	8.558.71	
56	273° 0' 0"	158° 0' 0"	278.00	257.76	104.14		16.423.97	8.733.20	
57	151° 0' 0"	129° 0' 0"	422.00	265.57	327.96		16.166.21	8.837.34	
58	265° 0' 0"	214° 0' 0"	400.00	331.62	48.08	223.68	15.900.64	9.165.27	
59	86° 0' 0"	120° 0' 0"	305.00	152.50	264.14		15.569.02	8.941.62	
60	217° 0' 0"	157° 0' 0"	189.00	173.98	73.85		15.416.52	9.205.75	
61	260° 0' 0"	237° 0' 0"	252.00	137.25	202.07	211.34	15.242.55	9.279.60	
62	164° 0' 0"	221° 0' 0"	253.00	190.94	95.07	165.98	15.105.30	9.068.26	
63	98° 0' 0"	139° 0' 0"	226.00	170.56	148.27		14.914.36	8.902.27	
64	133° 0' 0"	92° 0' 0"	124.00	4.33	123.92		14.743.79	9.050.54	
65							14.739.46	9.174.47	

Proyecto: _____ Observaciones: _____ Levantó: A. C. R. Fecha: _____
 Sector: _____ Calculó: _____ Hoja: 28 De 32

Punto	Angulo Observado	Azimut	Distancia	Proyecciones				Coordenadas	
				N	S	E	W	N	E
65	138° 0' 0"	50° 0' 0"	213.00	136.91		163.17		14.739.46	9.174.47
66	201° 0' 0"	71° 0' 0"	229.00	74.56		216.52		14.876.38	9.337.60
67	153° 0' 0"	44° 0' 0"	352.00	253.21		244.52		14.950.93	9.554.16
68	155° 0' 0"	19° 0' 0"	200.00	189.10		65.11		15.204.14	9.798.68
69	190° 0' 0"	29° 0' 0"	214.00	187.17		103.75		15.393.24	9.863.77
70	224° 0' 0"	73° 0' 0"	129.00	37.72		123.36		15.580.41	9.967.54
71	145° 0' 0"	38° 0' 0"	161.00	126.87		99.12		15.618.13	10.090.71
72	234° 0' 0"	92° 0' 0"	164.00	115.80	5.72	163.90		15.745.00	10.140.03
73	188° 0' 0"	100° 0' 0"	310.00	41.69	53.83	305.29		15.739.27	10.353.73
74	127° 0' 0"	47° 0' 0"	63.00	42.97	44.50	46.08		15.685.44	10.659.22
75	109° 0' 0"	336° 0' 0"	178.00	162.61	214.49	15.00	72.40	15.728.41	10.705.29
76	201° 0' 0"	357° 0' 0"	141.00	140.81	225.42		7.38	15.891.02	10.632.89
77	265° 0' 0"	82° 0' 0"	204.00	98.39	19.49	202.01		16.031.83	10.625.51
78	148° 0' 0"	50° 0' 0"	111.00	71.35	67.20	85.03		16.060.22	10.827.53
79	119° 0' 0"	349° 0' 0"	41.00	40.25	77.16		7.82	16.131.57	10.912.56
80	272° 0' 0"	81° 0' 0"	152.00	23.78	11.04	150.13		16.171.81	10.904.74
81								16.195.59	11.054.87

ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORO: G. SALAMANCA



Punto	ANGULO OBSERVADO	AZIMUT	DISTANCIA	PROYECCIONES				COORDENADAS	
				N	S	E	W	N	E
65	138° 0' 0"	50° 0' 0"	213.00	136.91		163.17		14.739.46	9.174.47
66	201° 0' 0"	71° 0' 0"	229.00	74.56		216.52		14.876.38	9.337.60
67	153° 0' 0"	44° 0' 0"	352.00	253.21		244.52		14.950.93	9.554.16
68	155° 0' 0"	19° 0' 0"	200.00	189.10		65.11		15.204.14	9.798.68
69	190° 0' 0"	29° 0' 0"	214.00	187.17		103.75		15.393.24	9.863.77
70	224° 0' 0"	73° 0' 0"	129.00	37.72		123.36		15.580.41	9.967.54
71	145° 0' 0"	38° 0' 0"	161.00	126.87		99.12		15.618.13	10.090.71
72	234° 0' 0"	92° 0' 0"	164.00	115.80	5.72	163.90		15.745.00	10.140.03
73	188° 0' 0"	100° 0' 0"	310.00	41.69	53.83	305.29		15.739.27	10.353.73
74	127° 0' 0"	47° 0' 0"	63.00	42.97	44.50	46.08		15.685.44	10.659.22
75	109° 0' 0"	336° 0' 0"	178.00	162.61	214.49	15.00	72.40	15.728.41	10.705.29
76	201° 0' 0"	357° 0' 0"	141.00	140.81	225.42		7.38	15.891.02	10.632.89
77	265° 0' 0"	82° 0' 0"	204.00	98.39	19.49	202.01		16.031.83	10.625.51
78	148° 0' 0"	50° 0' 0"	111.00	71.35	67.20	85.03		16.060.22	10.827.53
79	119° 0' 0"	349° 0' 0"	41.00	40.25	77.16		7.82	16.131.57	10.912.56
80	272° 0' 0"	81° 0' 0"	152.00	23.78	11.04	150.13		16.171.81	10.904.74
81								16.195.59	11.054.87

Proyecto: _____ Observaciones: _____ Levantó: A. C. R. Fecha: _____
 Sector: _____ Calculó: _____ Hoja: 29 De 32

ANGULO OBSERVADO	AZIMUT	DISTANCIA	PROYECCIONES				COORDENADAS	
			N	S	E	W	N	E
81	246° 0' 0"						16.195.59	11.054.87
82	131° 0' 0"	213.00		178.64	116.01		16.016.96	11.170.87
83	134° 0' 0"	69.00		9.60	68.33		16.007.35	11.239.20
84	175° 0' 0"	158.00	97.27		124.51		16.104.63	11.363.71
85	161° 0' 0"	189.00	128.90		138.23		16.233.53	11.501.93
86	200° 0' 0"	224.00	197.78		105.16		16.431.31	11.607.09
87	217° 0' 0"	234.00	156.58		173.90		16.587.88	11.780.99
88	132° 0' 0"	236.00	20.57		235.10		16.608.45	12.016.09
89	223° 0' 0"	145.00	115.80		87.26		16.724.25	12.103.36
90	235° 0' 0"	240.00	41.68		236.35		16.765.93	12.339.71
91	221° 0' 0"	70.00		49.50	49.50		16.716.43	12.389.21
92	201° 0' 0"	215.00		214.48	15.00		16.501.96	12.404.21
93	105° 0' 0"	288.00		275.42		84.20	16.222.54	12.320.00
94	234° 0' 0"	131.50		69.68	111.52		16.152.86	12.431.52
95	205° 0' 0"	64.00		63.84	4.46		16.093.01	12.435.98
96	203° 0' 0"	246.00		229.66		88.16	15.863.35	12.347.83
97		64.00		46.04		44.46	15.817.31	12.303.37

ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORADO: G. SALAMANCA



ANGULO OBSERVADO	AZIMUT	DISTANCIA	PROYECCIONES				COORDENADAS	
			N	S	E	W	N	E
81	246° 0' 0"						16.195.59	11.054.87
82	131° 0' 0"	213.00		178.64	116.01		16.016.96	11.170.87
83	134° 0' 0"	69.00		9.60	68.33		16.007.35	11.239.20
84	175° 0' 0"	158.00	97.27		124.51		16.104.63	11.363.71
85	161° 0' 0"	189.00	128.90		138.23		16.233.53	11.501.93
86	200° 0' 0"	224.00	197.78		105.16		16.431.31	11.607.09
87	217° 0' 0"	234.00	156.58		173.90		16.587.88	11.780.99
88	132° 0' 0"	236.00	20.57		235.10		16.608.45	12.016.09
89	223° 0' 0"	145.00	115.80		87.26		16.724.25	12.103.36
90	235° 0' 0"	240.00	41.68		236.35		16.765.93	12.339.71
91	221° 0' 0"	70.00		49.50	49.50		16.716.43	12.389.21
92	201° 0' 0"	215.00		214.48	15.00		16.501.96	12.404.21
93	105° 0' 0"	288.00		275.42		84.20	16.222.54	12.320.00
94	234° 0' 0"	131.50		69.68	111.52		16.152.86	12.431.52
95	205° 0' 0"	64.00		63.84	4.46		16.093.01	12.435.98
96	203° 0' 0"	246.00		229.66		88.16	15.863.35	12.347.83
97		64.00		46.04		44.46	15.817.31	12.303.37

Proyecto: _____ Observaciones: _____ Levantó: A C R Fecha: _____
 Sector: _____ Calculó: _____ Hoja: 30 De 32

PUNTO	ANGULO OBSERVADO	AZIMUT	DISTANCIA	PROYECCIONES				COORDENADAS		
				N	S	E	W	N	E	
82		550.0.0"	50.00							
83	502.0.0"	502.0.0"	50.00							
84	502.0.0"	142.0.0"	50.00							
85	532.0.0"	155.0.0"	121.20							
86	102.0.0"	141.0.0"	522.00							
87	501.0.0"	132.0.0"	512.00							
88	531.0.0"	132.0.0"	50.00							
89	532.0.0"	20.0.0"	50.00							
90	533.0.0"	33.0.0"	142.00							
91	122.0.0"	52.0.0"	522.00							
92	512.0.0"	08.0.0"	522.00							
93	502.0.0"	52.0.0"	522.00							
94	121.0.0"	43.0.0"	122.00							
95	152.0.0"	25.0.0"	122.00							
96	132.0.0"	12.0.0"	50.00							
97	542.0.0"	143.0.0"	512.00							

ESTUDIO SOCIO ECONOMICO Y ENERGETICO DE PIZARRO

ELABORO: G. SALAMANCA



PUNTO	ANGULO OBSERVADO	AZIMUT	DISTANCIA	PROYECCIONES				COORDENADAS		
				N	S	E	W	N	E	
97	218° 0' 0"							15.817.31	12.303.37	97
98	190° 0' 0"	262° 0' 0"	103.00		14.33		102.00	15.802.98	12.201.37	98
99	143° 0' 0"	272° 0' 0"	160.00	5.58			159.90	15.808.56	12.041.47	99
100	128° 0' 0"	235° 0' 0"	118.50		67.97		97.07	15.740.59	11.944.40	100
101	183° 0' 0"	183° 0' 0"	90.00		89.88		4.71	15.650.72	11.939.69	101
102	235° 0' 0"	186° 0' 0"	131.00		130.28		13.69	15.520.43	11.926.00	102
103	141° 0' 0"	241° 0' 0"	61.00		29.57		53.35	15.490.86	11.872.64	103
104	99° 0' 0"	202° 0' 0"	182.00		68.75		68.18	15.322.11	11.804.46	104
105	226° 0' 0"	121° 0' 0"	182.00		93.74	156.00		15.228.38	11.960.47	105
106	236° 0' 0"	167° 0' 0"	125.00		121.80	28.12		15.106.58	11.988.59	106
107	90° 0' 0"	223° 0' 0"	180.00		131.64		122.76	14.974.94	11.865.83	107
108	208° 0' 0"	133° 0' 0"	149.00		101.62	108.97		14.873.32	11.974.80	108
109	190° 0' 0"	161° 0' 0"	87.00		82.26	28.32		14.791.06	12.003.12	109
110	250° 0' 0"	171° 0' 0"	136.00		134.33	21.28		14.656.73	12.024.40	110
111	111° 0' 0"	241° 0' 0"	99.00		48.00		86.59	14.608.74	11.937.81	111
112	115° 0' 0"	172° 0' 0"	96.00		95.07	13.36		14.513.67	11.951.17	112
113		107° 0' 0"	108.00		31.58	103.28		14.482.10	12.054.45	113

Proyecto: _____ Observaciones: _____ Levantó: A. C. R. Fecha: _____
 Sector: _____ Calculó: _____ Hoja: 31 De 32

113	104.0.0	108.00		28	103.53								
114	112.0.0	105.00		28	103.53								
115	111.0.0	105.00		28	103.53								
116	108.0.0	105.00		28	103.53								
117	107.0.0	105.00		28	103.53								
118	105.0.0	105.00		28	103.53								
119	104.0.0	105.00		28	103.53								
120	103.0.0	105.00		28	103.53								
121	102.0.0	105.00		28	103.53								
122	101.0.0	105.00		28	103.53								
123	100.0.0	105.00		28	103.53								
124	99.0.0	105.00		28	103.53								
125	98.0.0	105.00		28	103.53								

Y ENERGÉTICO DE PIZARRO
ESTUDIO SOCIO ECONOMICO



△	ANGULO OBSERVADO	AZIMUT	DISTANCIA	PROYECCIONES				COORDENADAS		△
				N	S	E	W	N	E	
113	221° 0' 0"							14.482.10	12.054.45	113
114	202° 0' 0"	148° 0' 0"	91.00		77.17	48.22		14.404.92	12.102.68	114
115	302° 0' 0"	170° 0' 0"	124.00		122.12	21.53		14.282.81	12.124.21	115
116	209° 0' 0"	292° 0' 0"	115.50	43.27			107.09	14.326.07	12.017.12	116
117	146° 0' 0"	321° 0' 0"	39.00	30.31			24.54	14.356.38	11.992.58	117
118	91° 0' 0"	287° 0' 0"	101.00	29.53			96.59	14.385.91	11.895.99	118
119	141° 0' 0"	198° 0' 0"	143.00		136.00		44.19	14.249.91	11.851.80	119
120	257° 0' 0"	159° 0' 0"	212.00		197.92	75.97		14.051.99	11.927.77	120
121	129° 0' 0"	236° 0' 0"	57.00		31.87		47.26	14.020.12	11.880.52	121
122	142° 0' 0"	185° 0' 0"	115.00		114.56		10.02	13.905.56	11.870.50	122
123	195° 0' 0"	147° 0' 0"	88.00		73.80	47.93		13.831.75	11.918.42	123
124	185° 0' 0"	162° 0' 0"	35.80		34.05	11.06		13.797.70	11.929.49	124
125		167° 0' 0"	33.30		32.45	7.49		13.765.26	11.936.98	125

ELABORO: G. SALAMANCA



Proyecto:	Observaciones:	Levantó: A.C.R.	Fecha:
Sector:		Calculó:	Hoja: 32 De 32

VERTICE	ANGULO OBSERVADO	CORR	ANGULO CORREGIDO	AZIMUT	DISTANCIA (m)	PROYECCIONES				COORDENADAS	
						N	S	E	W	N	E
152											
153	182° 0' 0"			195° 0' 0"	32' 30"			35' 42"	3' 44"		
154	182° 0' 0"			195° 0' 0"	32' 30"			34' 02"	11' 00"		
155	182° 0' 0"			183° 0' 0"	88' 00"			32' 30"	13' 23"		
156	182° 0' 0"			182° 0' 0"	112' 00"			11' 29"		10' 05"	
157	182° 0' 0"			539° 0' 0"	23' 00"			31' 23"		13' 59"	
158	523° 0' 0"			126° 0' 0"	513' 00"			143' 25"	32' 23"		
159	181° 0' 0"			188° 0' 0"	142' 00"			132' 00"		14' 18"	
160	81° 0' 0"			583° 0' 0"	101' 00"	38' 23"				12' 26"	
161	182° 0' 0"			251° 0' 0"	38' 00"	30' 31"				14' 24"	
162	503° 0' 0"			535° 0' 0"	112' 30"	03' 53"				10' 50"	
163	305° 0' 0"			130° 0' 0"	154' 00"			155' 15"	51' 23"		
164	505° 0' 0"			178° 0' 0"	31' 00"			33' 13"	08' 55"		
165	551° 0' 0"										

LA ENERGETICO DE PIZARRO
ESTUDIO SOCIO ECONOMICO



cuadro de coordenadas

A	ANGULO OBSERVADO	CORR	ANGULO CORREGIDO	AZIMUT	DISTANCIA (m)	PROYECCIONES				COORDENADAS		A
						LATITUD		LONGITUD		N	E	
						N	S	E	W	N	E	
1										2.000.00	2.000.00	1
2	244° 0' 0"			244° 0' 0"	153.00		67.07		137.52	1.932.93	1.862.48	2
3	198° 0' 0"			308° 0' 0"	344.00	211.79			271.08	2.144.72	1.571.47	3
4	199° 0' 0"			326° 0' 0"	771.00	639.19			431.14	2.783.90	1.160.27	4
5	204° 0' 0"			345° 0' 0"	370.00	357.39			95.76	3.141.30	1.064.51	5
6	172° 30' 0"			009° 0' 0"	540.00	533.35		84.47		3.674.45	1.118.98	6
7	185° 0' 0"			001° 30' 0"	446.00	445.85		11.67		4.120.50	1.160.66	7
8	190° 30' 0"			006° 30' 0"	446.00	442.14		50.38		4.562.64	1.211.03	8
9	158° 0' 0"			017° 0' 0"	550.00	525.97		160.80		5.088.60	1.371.84	9
10	184° 0' 0"			355° 0' 0"	470.00	468.21			40.96	5.556.81	1.330.87	10
11	177° 0' 0"			359° 0' 0"	962.00	961.85			16.79	6.518.67	1.314.09	11
12	182° 30' 0"			358° 0' 0"	524.00	522.72			36.55	7.041.39	1.277.53	12
13	178° 0' 0"			358° 30' 0"	605.00	604.79			15.84	7.646.18	1.261.70	13
14	192° 0' 0"			356° 30' 0"	534.00	533.00			32.60	8.179.19	1.229.10	14
15	257° 30' 0"			008° 30' 0"	454.00	449.01		67.11		8.628.20	1.296.20	15
16	90° 0' 0"			086° 0' 0"	45.00	3.14		44.89		8.631.34	1.341.09	16
17	134° 0' 0"			356° 0' 0"	397.00	396.03			27.69	9.027.37	1.313.40	17
18	202° 0' 0"			310° 0' 0"	83.00	53.35			63.58	9.080.73	1.249.82	18
19				332° 0' 0"	141.00	124.50			66.20	9.205.22	1.183.62	19

N° DE VERTICE (n) =	Σ N =	Coordenadas de Pizarro - N 4° 57' 30"	Σ E =	W 77° 21' 30"
SUMA TEORICA (180° (n-2)) =	Σ S =		LONG. POLIGONAL =	
SUMA OBTENIDA =	Δ NS =		ERROR V(ΔNS)²(ΔEW)² =	
ERROR EN ANGULO =	Σ NI Σ S =		CIERRE OBTENIDO =	
ERROR MAXIMO PERMISIBLE =	CORRECCION =		CORRECCION =	



Nº	ANGULO OBSERVADO	CORR	ANGULO CORREGIDO	AZIMUT	DISTANCIA (m)	N	S	E	W	N	E	Nº
19	206° 0' 0"									9 205,22	1. 183,62	19
20	180° 30' 0"			358° 0' 0"	600,00	599,63			20,94	9 804,86	1 162,68	20
21	179° 30' 0"			358° 30' 0"	546,00	545,81			14,29	10. 350,67	1 148,39	21
22	179° 0' 0"			358° 0' 0"	520° 00	519,68			18,15	10. 870,35	1 130,21	22
23	176° 0' 0"			357° 0' 0"	595,00	594,18			31,14	11. 464,54	1. 099,10	23
24	184° 30' 0"			353° 0' 0"	564,00	559,80			68,73	12. 024,33	1,030,37	24
25	178° 30' 0"			357° 30' 0"	592,00	591,44			25,82	12. 615,77	1. 004,54	25
26	179° 0' 0"			356° 0' 0"	515,00	513,75			35,92	13. 129,51	968,62	26
27	178° 30' 0"			355° 0' 0"	546,00	543,92			47,59	13. 673,44	921,03	27
28	181° 30' 0"			353° 30' 0"	708,00	703,45			80,15	14. 376,89	840,88	28
29	185° 0' 0"			355° 0' 0"	602,00	599,71			52,47	14. 976,59	788,42	29
30	209° 0' 0"			360° 0' 0"	440,00	440,00		0 00		15. 416,59	788,42	30
31	232° 0' 0"			029° 0' 0"	120,00	101,95		58,18		15. 521,54	846,60	31
32	120° 0' 0"			081° 0' 0"	512,00	80,09		505,70		15. 601,64	1.352,29	32
33	242° 0' 0"			021° 0' 0"	170,00	158,71		60,92		15. 760,35	1.413,22	33
34	208° 0' 0"			083° 0' 0"	329,00	40,10		326,55		15. 800,44	1 739,76	34
35	210° 0' 0"			111° 0' 0"	750,00		268,78	700,19		15. 531,67	2. 439,95	35
36	130° 0' 0"			141° 0' 0"	680,00		528,46	427,94		15. 003,21	2. 867,89	36
37				091° 0' 0"	700,00		12,22	699,89		14. 990,99	3 567,78	37

Cuadro de coordenadas

Hoja N° 26 de 31

A. C. R

A	ANGULO		CORR	ANGULO		AZIMUT	DISTANCIA (m)	PROYECCIONES				COORDENADAS		A
	OBSERVADO			CORREGIDO				N	S	E	W	N	E	
	LATITUD			LONGITUD										
19	206° 0' 0"										9 205,22	1. 183,62	19	
20	180° 30' 0"					358° 0' 0"	600,00	599,63		20,94	9 804,86	1 162,68	20	
21	179° 30' 0"					358° 30' 0"	546,00	545,81		14,29	10. 350,67	1 148,39	21	
22	179° 0' 0"					358° 0' 0"	520° 00	519,68		18,15	10. 870,35	1 130,21	22	
23	176° 0' 0"					357° 0' 0"	595,00	594,18		31,14	11. 464,54	1. 099,10	23	
24	184° 30' 0"					353° 0' 0"	564,00	559,80		68,73	12. 024,33	1,030,37	24	
25	178° 30' 0"					357° 30' 0"	592,00	591,44		25,82	12. 615,77	1. 004,54	25	
26	179° 0' 0"					356° 0' 0"	515,00	513,75		35,92	13. 129,51	968,62	26	
27	178° 30' 0"					355° 0' 0"	546,00	543,92		47,59	13. 673,44	921,03	27	
28	181° 30' 0"					353° 30' 0"	708,00	703,45		80,15	14. 376,89	840,88	28	
29	185° 0' 0"					355° 0' 0"	602,00	599,71		52,47	14. 976,59	788,42	29	
30	209° 0' 0"					360° 0' 0"	440,00	440,00		0 00	15. 416,59	788,42	30	
31	232° 0' 0"					029° 0' 0"	120,00	101,95		58,18	15. 521,54	846,60	31	
32	120° 0' 0"					081° 0' 0"	512,00	80,09		505,70	15. 601,64	1.352,29	32	
33	242° 0' 0"					021° 0' 0"	170,00	158,71		60,92	15. 760,35	1.413,22	33	
34	208° 0' 0"					083° 0' 0"	329,00	40,10		326,55	15. 800,44	1 739,76	34	
35	210° 0' 0"					111° 0' 0"	750,00		268,78	700,19	15. 531,67	2. 439,95	35	
36	130° 0' 0"					141° 0' 0"	680,00		528,46	427,94	15. 003,21	2. 867,89	36	
37						091° 0' 0"	700,00		12,22	699,89	14. 990,99	3 567,78	37	

Nº DE VERTICE (n)

SUMA TEORICA (180°)(n-2)

SUMA OBTENIDA

ERROR EN ANGULO

ERROR MAXIMO PERMISIBLE

Σ N°

Σ S°

Σ ANS°

Σ N1 2S°

CORRECCION°

Σ E°

Σ W°

Σ ΔEW°

Σ E1 2W°

CORRECCION°

LONG POLIGONAL

ERROR VARIACIONES

CIERRE OBTENIDO

CIERRE ESPECIFICADO

AUGER O...

37	126° 0' 0"		037° 0' 0"	1060.00	846.55		637.92	14.990.99	3.567.78	37
38	186° 0' 0"		043° 0' 0"	710.00	519.26		484.22	15.837.54	4.205.70	38
39	216° 0' 0"		079° 0' 0"	480.00	91.59		471.18	16.356.81	4.689.22	39
40	166° 0' 0"		065° 0' 0"	730.00	308.51		661.60	16.448.39	5.161.10	40
41	186° 0' 0"		071° 0' 0"	492.00	160.18		465.20	16.756.91	5.822.71	41
42	171° 0' 0"		062° 0' 0"	294.00	138.02		259.59	16.917.08	6.287.90	42
43	210° 0' 0"		092° 0' 0"	234.00		8.17	233.86	17.055.11	6.547.49	43
44	136° 0' 0"		048° 0' 0"	83.00	55.54		61.68	17.046.94	6.781.35	44
45	255° 0' 0"		123° 0' 0"	786.00		428.09	659.20	17.102.48	6.843.03	45
46	106° 0' 0"		049° 0' 0"	284.00	186.32		214.34	16.674.39	7.502.22	46
47	225° 0' 0"		094° 0' 0"	165.00		11.51	164.60	16.860.72	7.716.56	47
48	266° 0' 0"		180° 0' 0"	269.00		269.00	0 00	16.849.21	7.881.16	48
49	227° 0' 0"		227° 0' 0"	392.00		267.34	286.69	16.580.21	7.881.16	49
50	64° 0' 0"		111° 0' 0"	160.00		57.34	149.37	16.312.87	7.594.47	50
51	138° 0' 0"		069° 0' 0"	294.00	105.36		274.47	16.255.53	7.743.84	51
52	228° 0' 0"		117° 0' 0"	64.00		29.06	57.02	16.360.89	8.018.31	52
53	124° 0' 0"		061° 0' 0"	256.00	124.11		223.90	16.331.83	8.075.34	53
54	134° 0' 0"		015° 0' 0"	544.00	525.46		140.80	16.455.94	8.229.24	54
55								16.981.41	8.440.04	55

Cuadro de coordenadas

Nota No. 27 de 31

LEVANTO A.C.R.

CALCULO

REVISO

A	ANGULO OBSERVADO	CORR	ANGULO CORREGIDO	AZIMUT	DISTANCIA(m)	PROYECCIONES				COORDENADAS		A
						N	S	E	W	N	E	
37	126° 0' 0"			037° 0' 0"	1060.00	846.55		637.92		14.990.99	3.567.78	37
38	186° 0' 0"			043° 0' 0"	710.00	519.26		484.22		15.837.54	4.205.70	38
39	216° 0' 0"			079° 0' 0"	480.00	91.59		471.18		16.356.81	4.689.22	39
40	166° 0' 0"			065° 0' 0"	730.00	308.51		661.60		16.448.39	5.161.10	40
41	186° 0' 0"			071° 0' 0"	492.00	160.18		465.20		16.756.91	5.822.71	41
42	171° 0' 0"			062° 0' 0"	294.00	138.02		259.59		16.917.08	6.287.90	42
43	210° 0' 0"			092° 0' 0"	234.00		8.17	233.86		17.055.11	6.547.49	43
44	136° 0' 0"			048° 0' 0"	83.00	55.54		61.68		17.046.94	6.781.35	44
45	255° 0' 0"			123° 0' 0"	786.00		428.09	659.20		17.102.48	6.843.03	45
46	106° 0' 0"			049° 0' 0"	284.00	186.32		214.34		16.674.39	7.502.22	46
47	225° 0' 0"			094° 0' 0"	165.00		11.51	164.60		16.860.72	7.716.56	47
48	266° 0' 0"			180° 0' 0"	269.00		269.00	0 00		16.849.21	7.881.16	48
49	227° 0' 0"			227° 0' 0"	392.00		267.34	286.69		16.580.21	7.881.16	49
50	64° 0' 0"			111° 0' 0"	160.00		57.34	149.37		16.312.87	7.594.47	50
51	138° 0' 0"			069° 0' 0"	294.00	105.36		274.47		16.255.53	7.743.84	51
52	228° 0' 0"			117° 0' 0"	64.00		29.06	57.02		16.360.89	8.018.31	52
53	124° 0' 0"			061° 0' 0"	256.00	124.11		223.90		16.331.83	8.075.34	53
54	134° 0' 0"			015° 0' 0"	544.00	525.46		140.80		16.455.94	8.229.24	54
55										16.981.41	8.440.04	55

Nº DE VERTICE (n)

Σ N =

Σ E =

SUMA TEORICA (180°(n-2))

Σ S =

Σ W =

LONG. POLIGONAL

SUMA OBTENIDA

Δ N =

Δ E =

ERROR V(ΔN)²+(ΔE)²

ERROR EN ANGULO

Σ NI Σ SO =

Σ EI Σ W =

CIERRE OBTENIDO

ERROR MAXIMO PERMISIBLE

CORRECCION =

CORRECCION =

CIERRE ESPECIFICADO



22				019.0.0	259.00	252.99		140.20		16.481.71	8.474.04	55
23	129.0.0			091.0.0	289.00	154.11		557.80		16.487.24	8.528.24	56
24	129.0.0			115.0.0	298.00		58.08	83.05		16.492.51	8.582.74	57
25	358.0.0			093.0.0	284.00	102.21		734.71		16.497.51	8.637.24	58
26	128.0.0			111.0.0	180.00		23.24	140.23		16.502.51	8.691.74	59
27	55.0.0			555.0.0	285.00		593.24		524.84	16.507.51	8.746.24	60
28	358.0.0			180.0.0	288.00		583.04	0.00		16.512.51	8.800.74	61
29	555.0.0			084.0.0	180.00		11.21	104.00		16.517.51	8.855.24	62
30	555.0.0			083.0.0	284.00	120.25		514.74		16.522.51	8.909.74	63
31	185.0.0			173.0.0	288.00		452.08	202.50		16.527.51	8.964.24	64
32	123.0.0			083.0.0	22.00	82.24		21.24		16.532.51	9.018.74	65
33	178.0.0			085.0.0	284.00		8.13	522.89		16.537.51	9.073.24	66
34	510.0.0			085.0.0	284.00	138.05		522.89		16.542.51	9.127.74	67
35	111.0.0			081.0.0	285.00	170.18		422.10		16.547.51	9.182.24	68
36	189.0.0			082.0.0	220.00	308.21		02.24		16.552.51	9.236.74	69
37	188.0.0			083.0.0	280.00	21.24		433.12		16.557.51	9.291.24	70
38	188.0.0			082.0.0	210.00	25.18		524.84		16.562.51	9.345.74	71
39	188.0.0			083.0.0	100.00	294.82		524.84		16.567.51	9.400.24	72
40	188.0.0									16.572.51	9.454.74	73

Cuadro de coordenadas

A	ANGULO OBSERVADO	CORR	ANGULO CORREGIDO	AZIMUT	DISTANCIA(m)	PROYECCIONES				COORDENADAS		A
						N	S	E	W	N	E	
						LATITUD		LONGITUD				
55	225°0'0"			060°0'0"	191.00	95.50		165.41		16.981.41	8.440.04	55
56	272°0'0"			152°0'0"	278.00		245.46	130.51		17.076.91	8.605.48	56
57	151°0'0"			123°0'0"	422.00		229.84	353.92		16.831.45	8.735.96	57
58	265°0'0"			208°0'0"	400.00		353.18		187.79	16.601.61	9.089.88	58
59	86°0'0"			114°0'0"	305.00		124.05	278.63		16.248.43	8.902.09	59
60	217°0'0"			151°0'0"	189.00		165.30	91.63		16.124.38	9.180.73	60
61	260°0'0"			231°0'0"	252.00		158.59		195.84	15.959.07	9.272.35	61
62	164°0'0"			215°0'0"	253.00		207.25		145.11	15.800.48	9.076.51	62
63	98°0'0"			133°0'0"	226.00		154.13	165.29		15.593.24	8.931.40	63
64	133°0'0"			086°0'0"	124.00	8.65		123.70		15.439.11	9.096.68	64
65	138°0'0"			041°0'0"	213.00	153.22		147.96		15.449.76	9.220.38	65
66	201°0'0"			065°0'0"	229.00	96.78		207.54		15.600.98	9.368.34	66
67	153°0'0"			038°0'0"	352.00	277.38		216.71		15.697.76	9.575.89	67
68	155°0'0"			013°0'0"	200.00	194.87		44.99		15.975.14	9.792.60	68
69	190°0'0"			023°0'0"	214.00	196.99		83.62		16.170.01	9.837.59	69
70	224°0'0"			067°0'0"	129.00	50.40		118.75		16.367.00	9.921.21	70
71	145°0'0"			032°0'0"	161.00	136.54		85.32		16.417.40	10.039.95	71
72	234°0'0"			086°0'0"	164.00	11.44		163.60		16.553.94	10.125.27	72
73										16.565.38	10.288.87	73

Nº DE VERTICE (n):	Σ N =	Σ E =
SUMA TEORICA (180°(n-2))	Σ S =	Σ W =
SUMA OBTENIDA	ANS =	ΔEW =
ERROR EN ANGULO	Σ NI Σ S =	Σ EI Σ W =
ERROR MAXIMO PERMISIBLE	CORRECCION =	CORRECCION =
		LONG POLIGONAL
		ERROR V(ΔNS) (ΔEW)
		CIERRE OBTENIDO
		CIERRE ESPECIFICADO



73	188° 0' 0"		094° 0' 0"	310.00	47.55	21.62	309.24	16.565.38	10.288.87	73
74	127° 0' 0"		041° 0' 0"	63.00	154.15		41.43	16.543.75	10.598.12	74
75	109° 0' 0"		330° 0' 0"	178.00	139.26		89.00	16.591.30	10.639.45	75
76	201° 0' 0"		351° 0' 0"	141.00	49.35		197.94	16.745.45	10.550.45	76
77	265° 0' 0"		076° 0' 0"	204.00	79.85		77.11	16.884.72	10.528.39	77
78	148° 0' 0"		044° 0' 0"	111.00	39.21		11.99	16.934.07	10.726.33	78
79	119° 0' 0"		343° 0' 0"	41.00	39.34		146.82	17.013.92	10.803.44	79
80	272° 0' 0"		075° 0' 0"	152.00	165.53		134.05	17.053.12	10.791.45	80
81	246° 0' 0"		141° 0' 0"	213.00	2.41		68.96	17.092.46	10.938.27	81
82	131° 0' 0"		092° 0' 0"	69.00	109.76		113.66	16.926.93	11.072.32	82
83	134° 0' 0"		046° 0' 0"	158.00	142.64		124.00	16.924.52	11.141.27	83
84	175° 0' 0"		041° 0' 0"	189.00	207.69		83.91	17.034.28	11.254.93	84
85	161° 0' 0"		022° 0' 0"	224.00	173.90		156.58	17.176.92	11.379.93	85
86	200° 0' 0"		042° 0' 0"	234.00	45.03		231.66	17.384.61	11.462.84	86
87	217° 0' 0"		079° 0' 0"	236.00	124.29		74.68	17.558.51	11.619.41	87
88	132° 0' 0"		031° 0' 0"	145.00	66.15		230.70	17.603.54	11.851.08	88
89	223° 0' 0"		074° 0' 0"	240.00	33.94		61.22	17.727.83	11.925.76	89
90	225° 0' 0"		119° 0' 0"	70.00				17.793.98	12.156.46	90
91								17.760.04	12.217.68	91

Cuadro de coordenadas

Hoja N° 29 de 31

A.C.K

A	ANGULO OBSERVADO	CORR	ANGULO CORREGIDO	AZIMUT	DISTANCIA(m)	PROYECCIONES				COORDENADAS		A
						N	S	E	W	N	E	
73	188° 0' 0"			094° 0' 0"	310.00		21.62	309.24		16.565.38	10.288.87	73
74	127° 0' 0"			041° 0' 0"	63.00	47.55		41.43		16.543.75	10.598.12	74
75	109° 0' 0"			330° 0' 0"	178.00	154.15			89.00	16.591.30	10.639.45	75
76	201° 0' 0"			351° 0' 0"	141.00	139.26			22.06	16.745.45	10.550.45	76
77	265° 0' 0"			076° 0' 0"	204.00	49.35		197.94		16.884.72	10.528.39	77
78	148° 0' 0"			044° 0' 0"	111.00	79.85		77.11		16.934.07	10.726.33	78
79	119° 0' 0"			343° 0' 0"	41.00	39.21			11.99	17.013.92	10.803.44	79
80	272° 0' 0"			075° 0' 0"	152.00	39.34		146.82		17.053.12	10.791.45	80
81	246° 0' 0"			141° 0' 0"	213.00		165.53	134.05		17.092.46	10.938.27	81
82	131° 0' 0"			092° 0' 0"	69.00		2.41	68.96		16.926.93	11.072.32	82
83	134° 0' 0"			046° 0' 0"	158.00	109.76		113.66		16.924.52	11.141.27	83
84	175° 0' 0"			041° 0' 0"	189.00	142.64		124.00		17.034.28	11.254.93	84
85	161° 0' 0"			022° 0' 0"	224.00	207.69		83.91		17.176.92	11.379.93	85
86	200° 0' 0"			042° 0' 0"	234.00	173.90		156.58		17.384.61	11.462.84	86
87	217° 0' 0"			079° 0' 0"	236.00	45.03		231.66		17.558.51	11.619.41	87
88	132° 0' 0"			031° 0' 0"	145.00	124.29		74.68		17.603.54	11.851.08	88
89	223° 0' 0"			074° 0' 0"	240.00	66.15		230.70		17.727.83	11.925.76	89
90	225° 0' 0"			119° 0' 0"	70.00					17.793.98	12.156.46	90
91										17.760.04	12.217.68	91

N° DE VERTICE (N)

Σ N =

Σ E =

SUMA TROPICA (100° (n+2))

Σ S =

Σ W =

LONG POLIGONAL

SUMA OBTENIDA

ANG =

Δ EW =

ERROR √(ANG)² + (ΔEW)²

ERROR EN ANGULO

Σ NI Σ S =

Σ E1 Σ W =

CIERRE OBTENIDO

ERROR MAXIMO PERMISIBLE

CORRECCION =

CORRECCION =

CIERRE ESPECIFICADO



AGENCIÓN DE...
Tercera...
CON...

81				118.0.0	30.00		27.21	21.27		15.38904	15.2117	81
82	227.0.0			834.0.0	340.00	29.12		320.30		15.34230	15.12540	82
83	222.0.0			031.0.0	140.00	15.74		34.28		15.35383	15.85030	83
84	133.0.0			658.0.0	274.00	22.03		291.22		15.20227	15.25108	84
85	115.0.0			043.0.0	234.00	13.30		124.22		15.22227	15.16170	85
86	220.0.0			657.0.0	274.00	20.23		18.28		15.33257	15.18270	86
87	111.0.0			041.0.0	184.00	12.24		124.00		15.35177	15.25270	87
88	132.0.0			090.0.0	128.00	10.25		112.22		15.35207	15.25140	88
89	134.0.0			045.0.0	28.00		19.5	28.22		15.35207	15.16170	89
90	131.0.0			141.0.0	512.00		192.22	124.00		15.35207	15.25270	90
91	221.0.0			032.0.0	125.00	22.24		142.22		15.35207	15.25270	91
92	201.0.0			342.0.0	41.00	23.51		15.22	11.22	15.35207	15.25270	92
93	114.0.0			044.0.0	111.00	22.22		25.22		15.35207	15.25270	93
94	145.0.0			634.0.0	304.00	42.22		122.22		15.35207	15.25270	94
95	205.0.0			321.0.0	141.00	12.50		25.22	20.22	15.35207	15.25270	95
96	203.0.0			370.0.0	138.00	12.12		24.22	20.22	15.35207	15.25270	96
97	218.0.0			061.0.0	29.00	41.22		41.22		15.35207	15.25270	97
98	190.0.0			064.0.0	210.00		51.22	202.22		15.35207	15.25270	98

cuadro de coordenadas

A	ANGULO OBSERVADO	CORR	ANGULO CORREGIDO	AZIMUT	DISTANCIA(m)	PROYECCIONES				COORDENADAS		A
						N	S	E	W	N	E	
91	221°0'0"									17.760.04	12.217.68	91
92	201°0'0"			160°0'0"	215.00		202.03	73.53		17.558.01	12.291.22	92
93	105°0'0"			181°0'0"	288.00		287.96		5.03	17.270.05	12.286.19	93
94	234°0'0"			106°0'0"	131.50		36.25	126.41		17.233.81	12.412.60	94
95	205°0'0"			160°0'0"	64.00		60.14	21.89		17.173.67	12.434.49	95
96	203°0'0"			185°0'0"	246.00		245.06		21.44	16.928.60	12.413.05	96
97	218°0'0"			208°0'0"	64.00		56.51		30.05	16.872.09	12.383.00	97
98	190°0'0"			246°0'0"	103.00		41.89		94.10	16.830.20	12.288.91	98
99	143°0'0"			256°0'0"	160.00		38.71		155.25	16.791.50	12.133.66	99
100	128°0'0"			219°0'0"	118.50		92.09		74.57	16.699.40	12.059.09	100
101	183°0'0"			167°0'0"	90.00		87.69	20.25		16.611.71	12.079.33	101
102	235°0'0"			170°0'0"	131.00		129.01	22.75		16.482.70	12.102.02	102
103	141°0'0"			225°0'0"	61.00		43.13		43.13	16.439.57	12.058.95	103
104	99°0'0"			186°0'0"	182.00		181.00		19.02	16.258.56	12.039.92	104
105	226°0'0"			105°0'0"	182.00		47.11	175.80		16.211.46	12.215.72	105
106	236°0'0"			151°0'0"	125.00		109.33	60.60		16.102.13	12.276.32	106
107	90°0'0"			207°0'0"	180.00		160.38		81.72	15.941.75	12.194.60	107
108	208°0'0"			117°0'0"	149.00		67.64	132.76		15.874.11	12.327.36	108
109				145°0'0"	87.00		71.27	49.9		15.802.84	12.377.26	109

Nº DE VERTICE (N)	Σ N =	Σ E =	
SUMA TEORICA (INO)(n-2)	Σ S =	Σ W =	LONG POLIGONAL
SUMA OBTENIDA	Δ NS =	Δ EW =	ERROR VARIACIONES
ERROR EN ANGULO	2NI ± 3"	Σ E1 Σ W =	CIERRE OBTENIDO
ERROR MAXIMO PERMISIBLE	CORRECCION =	CORRECCION =	CIERRE ESTIGIFICADO



109	190° 0' 0"		142.00	23° 00'	27.55	42.8	15° 28' 21"	15° 28' 21"
110	250° 0' 0"		113.00	143° 00'	23.53	125.38	15° 28' 21"	15° 28' 21"
111	111° 0' 0"		201.00	180° 00'	42.01	21.52	15° 28' 21"	15° 28' 21"
112	115° 0' 0"		127.00	132° 00'	103.83	20.80	15° 28' 21"	15° 28' 21"
113	221° 0' 0"		102.00	123° 00'	43.11	132.50	15° 28' 21"	15° 28' 21"
114	202° 0' 0"		128.00	123° 00'	121.00	12.05	15° 28' 21"	15° 28' 21"
115	302° 0' 0"		222.00	21.00	21.74	12.12	15° 28' 21"	15° 28' 21"
116	209° 0' 0"		130.00	121° 00'	123.01	24.23	15° 28' 21"	15° 28' 21"
117	146° 0' 0"		123.00	20° 00'	23.28	20.22	15° 28' 21"	15° 28' 21"
118	81° 0' 0"		212.00	112° 00'	25.05	12.95	15° 28' 21"	15° 28' 21"
119	141° 0' 0"		222.00	107° 00'	21.19	12.14	15° 28' 21"	15° 28' 21"
120	257° 0' 0"		208.00	24° 00'	22.22	20.02	15° 28' 21"	15° 28' 21"
121	129° 0' 0"		182.00	249° 00'	20.245	21.44	15° 28' 21"	15° 28' 21"
122	142° 0' 0"		150.00	24° 00'	21.09	21.28	15° 28' 21"	15° 28' 21"
123	195° 0' 0"		100.00	21° 00'	24.22	14.21	15° 28' 21"	15° 28' 21"
124	185° 0' 0"		121.00	288° 00'	22.22	20.22	15° 28' 21"	15° 28' 21"
125	141° 0' 0"		100.00	212° 00'	20.25	22.22	15° 28' 21"	15° 28' 21"

FECHA: Hoja No. 31 De 31 LEVANTO: A. C. E. CALCULO: REVISO:

Cuadro de coordenadas

A	ANGULO OBSERVADO	CORR	ANGULO CORREGIDO	AZIMUT	DISTANCIA(m)	PROYECCIONES				COORDENADAS.		A
						N	S	E	W	N	E	
						LATITUD		LONGITUD				
109	190° 0' 0"									15,802.84	12,377.26	109
110	250° 0' 0"			155° 0' 0"	136.00		123.26	57.48		15,679.58	12,434.74	110
111	111° 0' 0"			225° 0' 0"	99.00		70.00		70.00	15,609.58	12,364.74	111
112	115° 0' 0"			156° 0' 0"	96.00		87.70	39.05		15,521.88	12,403.78	112
113	221° 0' 0"			091° 0' 0"	108.00		1.88	107.98		15,519.99	12,511.77	113
114	202° 0' 0"			132° 0' 0"	91.00		60.89	67.63		15,459.10	12,579.39	114
115	302° 0' 0"			154° 0' 0"	124.00		111.45	54.36		15,347.65	12,633.75	115
116	209° 0' 0"			276° 0' 0"	115.50	12.07			114.87	15,359.73	12,518.88	116
117	146° 0' 0"			305° 0' 0"	39.00	22.37			31.95	15,382.09	12,486.94	117
118	81° 0' 0"			271° 0' 0"	101.00	1.76			100.98	15,383.86	12,385.98	118
119	141° 0' 0"			172° 0' 0"	143.00		141.61	19.90		15,242.25	12,405.85	119
120	257° 0' 0"			133° 0' 0"	212.00		144.58	155.05		15,097.67	12,560.90	120
121	129° 0' 0"			210° 0' 0"	57.00		49.36		28.50	15,048.30	12,532.40	121
122	142° 0' 0"			159° 0' 0"	115.00		107.36	41.21		14,940.94	12,573.61	122
123	195° 0' 0"			121° 0' 0"	88.00		45.32	75.43		14,895.62	12,649.04	123
124	185° 0' 0"			136° 0' 0"	35.80		25.75	24.87		14,869.86	12,673.91	124
125	141° 0' 0"			141° 0' 0"	33.30		25.88	20.96		14,843.99	12,694.87	125

Nº DE VERTICE (n)	Σ N =	Σ E =	LONG. POLIGONAL
SUMA TEORICA (180°)(n±2)	Σ S =	Σ W =	ERROR √(ΔNS)² + (ΔEW)²
SUMA OBTENIDA	ΔNS =	ΔEW =	CIERRE OBTENIDO
ERROR EN ANGULO	Σ N ± Σ S =	Σ E ± Σ W =	CIERRE ESPECIFICADO
ERROR MAXIMO PERMISIBLE	CORRECCION =	CORRECCION =	



A	ANTILLO GORRABADO	CANTO	ANTILLO CORRALITO	AZIMUT	DISTANCIA	PROYECCIONES		COORDENADAS	
						N	E	N	E
107	122.0.0			122.0.0	132.00			12.502.84	15.237.21
108	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
109	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
110	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
111	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
112	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
113	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
114	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
115	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
116	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
117	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
118	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
119	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
120	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
121	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
122	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
123	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
124	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
125	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
126	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
127	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
128	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
129	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
130	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
131	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
132	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
133	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
134	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
135	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
136	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
137	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
138	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
139	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
140	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
141	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
142	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
143	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
144	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
145	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
146	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
147	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
148	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
149	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21
150	122.0.0			122.0.0	29.00			12.502.84	15.237.21



