

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**"Estudio de Prefactibilidad de la Micro-
central Hidroeléctrica de Tununtunumba
Chazuta"**

TESIS

Tesis para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Bach. Carlos Enrique Chung Rojas

Tarapoto — Perú

1998

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

"Estudio de Prefactibilidad de la Microcentral
Hidroeléctrica de Tununtunumba - Chazuta"

TESIS

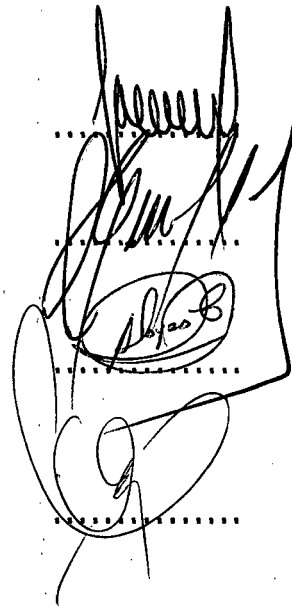
PRESENTADA Y SUSTENTADA ANTE EL HONORABLE JURADO:

PRESIDENTE: Ing. Daniel Díaz Pérez

SECRETARIO: Ing. José del C. Pizarro Baldera

VOCAL : Ing. Alcibiades Layza Castañeda

ASESOR : Ing. Serbando Soplopuco Quiroga



.....
.....
.....
.....

DEDICATORIA

A mi señora Madre Edith Rojas Díaz y a mis hermanos, por el valioso apoyo que siempre me han brindado, para culminar mi carrera profesional.

DEDICATORIA

A mi querida esposa Nancy y a mis adorables hijos Ingrid y Karl, por su fiel compañía y el eterno amor que nos tendrá unido para siempre.

AGRADECIMIENTO

- 1.- Al Ing. Nelson Santa María Ruiz, por su gran apoyo que ayudaron a culminar mi carrera profesional.
- 2.- Al Ing. Augusto Montes Gutiérrez y al Ing. Roberto Morales Morales, quienes han contribuido para finalizar mis estudios en la Universidad Nacional de Ingeniería.
- 3.- A la Familia Alvarado Garazatúa por su desinteresada ayuda y atención durante los trabajos de campo en el distrito de Chazuta.
- 4.- Al Ing. Serbando Soplopuco Quiroga, como Asesor y amigo que sin su aporte no hubiese sido posible la ejecución de este proyecto.
- 5.- Al Concejo Distrital de Chazuta, en la persona del Alcalde señor Javier Shapiama, por atendernos con las brigadas de apoyo en los trabajos de campo.
- 6.- Al PEHCBM., con su Director Ejecutivo Ing. Antonio Pérez Cuzcano, por su contribución en la realización del levantamiento topográfico.

INDICE

	Pág.
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	4

CAPITULO I

GENERALIDADES E INFORMACION BASICA

1.1	GENERALIDADES.....	6
	1.1.1 INTRODUCCION.....	6
	1.1.2 OBJETIVOS.....	7
	1.1.3 ANTECEDENTES.....	7
	1.1.4 UBICACION.....	8
	1.1.5 ACCESO Y VIAS DE COMUNICACION.....	8
	1.1.6 CLIMA.....	10
1.2	INFORMACION BASICA.....	11
	1.2.1 TOPOGRAFIA	11
	1.2.2 HIDROLOGIA	11
	1.2.3 GEOLOGIA	12
1.3	ESQUEMA DE LA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA.....	13

CAPITULO II

MERCADO ENERGETICO

2.1	INTRODUCCION.....	15
2.2	ESTUDIO POBLACIONAL.....	16

2.3	ESTUDIO DE MERCADO.....	18
2.3.1	PRONOSTICO DEL NUMERO ABONADOS DOMESTICOS.....	18
2.3.2	PRONOSTICO DEL NUMERO ABONADOS COMERCIALES.....	19
2.3.3	PRONOSTICO DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA POR PARTE DEL SECTOR DOMESTICO Y ALUMBRADO PUBLICO.....	19
2.3.4	PRONOSTICO DEL CONSUMO COMERCIAL.....	21
2.3.5	PRONOSTICO DEL CONSUMO NETO INDUSTRIAL.....	22
2.3.6	PRONOSTICO DEL CONSUMO DE CARGAS ESPECIALES.....	22
2.3.7	PRONOSTICO DEL CONSUMO NETO TOTAL.....	22
2.3.8	PRONOSTICO DEL CONSUMO BRUTO TOTAL.....	22
2.3.9	PRONOSTICO DE LA MAXIMA DEMANDA DE POTENCIA.....	23
2.3.10	EJEMPLO.....	23

CAPITULO III

ESTUDIOS BASICOS

3.1	HIDROLOGIA DE LA ZONA.....	54
3.1.1	INTRODUCCION.....	54
3.1.2	DESCRIPCION DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA.....	55
3.1.3	INFORMACION HIDROMETEOROLOGICA.....	62
3.1.3.1	PLUVIOMETRIA.....	63
3.1.3.2	HIDROMETRIA.....	63
3.1.3.3	METEREOLOGIA.....	63
3.1.4	ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION.....	67
3.1.4.1	PRECIPITACIONES.....	67
3.1.4.2	CAUDALES DE DISEÑO.....	74
	A) Determinación del Caudal Medio Disponible.....	74

	B) Caudales de Avenida.....	104
	C) Balance Hídrico Mensual.....	134
	D) Caudales Mínimos Mensuales.....	134
3.2	GEOLOGIA GENERAL DE LA ZONA.....	139
3.2.1	GENERALIDADES.....	139
3.2.2	ASPECTOS GEOTECNICOS LOCALES.....	140
3.3	TRABAJOS TOPOGRAFICOS.....	143

CAPITULO IV

INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1	DISEÑOS HIDRAULICOS PRELIMINARES.....	144
4.1.1	DISEÑO DE LAS OBRAS DE CAPTACION (BOCATOMA).....	146
	4.1.1.1 DISEÑO DEL BARRAJE.....	147
	4.1.1.2 DISEÑO DEL COLCHON AMORTIGUADOR.....	154
	4.1.2.3 CALCULO DE LA CRESTA DEL BARRAJE.....	166
	4.1.1.4 DISEÑO DE LA TOMA.....	169
	4.1.1.5 DISEÑO DEL CANAL DESRRIPADOR.....	166
	4.1.1.6 DISEÑO DEL VERTEDOR DE DEMASIAS.....	171
	4.1.1.7 DISEÑO DE LA VENTANA DE REGULACION.....	172
4.1.2	DISEÑO DE LAS OBRAS DE CONDUCCION.....	176
	4.1.2.1 DISEÑO HIDRAULICO DE CANALES.....	178
	4.1.2.2 DISEÑO HIDRAULICO DEL TUNEL.....	179
4.1.3	DISEÑO DEL DESARENADOR.....	186
	4.1.3.1 ANCHO Y LONGITUD DEL DESARENADOR.....	187
	4.1.3.2 DISEÑO HIDRAULICO.....	190

4.1.4	DISEÑO DE LA CAMARA DE CARGA.....	195
	4.1.4.1 DISEÑO HIDRAULICO.....	196
4.1.5	DISEÑO DE LA TUBERIA DE PRESION.....	206
	4.1.5.1 DETERMINACION DEL DIAMETRO ECONOMICO.....	207
	4.1.5.2 ESTRUCTURAS DE ESTABILIZACION.....	220
4.1.6	DISEÑO DE LA CASA DE MAQUINAS.....	257
4.1.7	DISEÑO DEL CANAL DE FUGA.....	259
4.1.8	DISEÑO DEL EQUIPO ELECTROMECHANICO.....	260
	4.1.8.1 CALCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA.....	260
	4.1.8.2 SELECCION DEL TIPO DE TURBINA.....	263
	4.1.8.3 DIMENSIONAMIENTO PRELIMINAR DE LA TURBINA FRANCIS.....	265
	4.1.8.4 DISEÑO DE LA TURBINA Y GENERADOR.....	267
	4.1.8.5 POTENCIA REAL DE LA MCH.....	270

CAPITULO V

INGENIERIA ECONOMICA

5.1	PRESUPUESTO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD.....	271
-----	---	-----

CAPITULO VI

EVALUACION ECONOMICA

6.1	CONSIDERACIONES GENERALES.....	280
6.2	EVALUACION DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO.....	283
	6.2.1 COSTOS DEL PROYECTO.....	283
	6.2.2 BENEFICIOS DEL PROYECTO.....	285
	6.2.3 INDICADORES ECONOMICOS.....	285

6.2.4	COMPARACION ECONOMICA ENTRE UNA CENTRAL HIDRAULICA Y UNA CENTRAL TERMICA.....	289
-------	--	-----

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1	CONCLUSIONES.....	291
7.2	RECOMENDACIONES.....	294
	BIBLIOGRAFIA.....	297
	PLANOS.....	300

INDICE DE CUADROS

	Pág.
1.- CUADRO No.1: Comportamiento del Coeficiente de Electrificación.....	18
2.- CUADRO No. 2A: Clasificación de las localidades según el número de habitantes.....	20
3.- CUADRO No. 2B: Ecuaciones según el tipo de localidad para estimar el consumo de energía eléctrica doméstico y alumbrado público.....	20
4.- CUADRO No. 3: Pronóstico del consumo comercial según el tipo de localidad.....	21
5.- CUADRO No. 4: Pérdidas de energía según el tipo de localidad.....	23
6.- CUADRO No. 5: Horas de utilización según el tipo de localidad.....	23
7.- CUADRO No. 6: Estudio de mercado eléctrico: Distrito de Chazuta.....	36
8.- CUADRO No. 6-B Resúmen: Estudio de Mercado eléctrico.....	52
9.- CUADRO No. 7: Precipitación total mensual: Estación Porvenir.....	64
10.- CUADRO No. 8: Precipitación total mensual: Estación Sauce.....	65
11. CUADRO No. 9: Precipitación total mensual: Estación Chazuta.....	66
12. CUADRO No.10: Análisis de consistencia de datos: Doble Masa.....	69
13. CUADRO No.11: Caudales mensuales estimados: Método NRECA.....	83
14. CUADRO No.12: Resúmen de Caudales mensuales estimados: Método NRECA.....	99
15. CUADRO No.13: Frecuencia de caudales estimados.....	102
16. CUADRO No.14: Precipitación total mensual y máxima del mes.....	107
17. CUADRO No.15: Precipitación máxima del mes en 24 horas.....	108
18. CUADRO No.16: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas.....	111
19. CUADRO No.17: Regresión logarítmica para determinar las precipitaciones máximas diarias.....	112
20. CUADRO No.18: Determinación de las curvas de intensidad-frecuencia y duración de precipitaciones.....	114

21. CUADRO No.19:	Descargas máximas mediante el método SCS: Quebrada Tununtunumba.....	116
22. CUADRO No. 20:	Resultado del Análisis de 70 Bandas Pluviog.: Est. El Porvenir.....	125
23. CUADRO No. 21:	Análisis de la información pluviográfica.: Estación El Porvenir.....	128
24. CUADRO No. 22:	Intensidades Máximas: Estación El Porvenir.....	130
25. CUADRO No. 23:	Resumen: Caudales de Avenida.....	133
26. CUADRO No. 24:	Balance Hídrico: Quebrada Tununutunumba.....	135
27. CUADRO No. 25:	Caudales Mínimo: Quebrada Tununutunumba.....	137
28. CUADRO No.21:	Relación longitud y carga.....	157
29. CUADRO No.20:	Coordenadas del perfil de la cresta.....	168
30. CUADRO No.22:	Determinación del diámetro económico.....	212
31. CUADRO No.23:	Datos para obtener las fuerzas principales en los anclajes.....	228
32. CUADRO No.24:	Determinación de las fuerzas principales en los anclajes.....	229
33. CUADRO No.25:	Flujo de costos del proyecto.....	284
34. CUADRO No.26:	Flujo de beneficios y costos del proyecto.....	286

INDICE DE FIGURAS

Pág.

1.- FIGURA No. 1:	Relación entre la evapotranspiración real y potencial.....	82
2.- FIGURA No. 2:	Razón del exceso de humedad.....	82

INDICE DE GRAFICOS

	Pág.
1.- GRAFICO No. 1: Estudio mercado eléctrico: Distrito Chazuta.....	53
2.- GRAFICO No. 2: Análisis de consistencia: Doble masa estación Porvenir.....	70
3.- GRAFICO No. 3: Análisis de consistencia: Doble masa estación Sauce	71
4.- GRAFICO No. 4: Análisis de consistencia: Doble masa estación Chazuta.....	72
5.- GRAFICO No. 5: Caudales promedio anuales estimados.....	100
6.- GRAFICO No. 6: Caudales promedio mensuales estimados.....	101
7.- GRAFICO No. 7: Curva de frecuencia : Estación Pluviométrica Chazuta.....	103
8.- GRAFICO No. 8: Curva de precipitación - duración - frecuencia.....	115
9.- GRAFICO No. 9: Relación empírica para estimar la lluvia de una hora y período de retorno 2 años, en ausencia de registros pluviográficos.....	117.
10. GRAFICO No.10:Descargas máximas: Quebrada Tununtunumba.....	118
11. GRAFICO No. 11: Curvas: Intensidad - Duración - Frecuencia.....	131
12. GRAFICO No. 12: Balance Hídrico: Quebrada Tununutunumba.....	136
13. GRAFICO No. 13: Caudales Mínimos: Quebrada Tununutunumba.....	138
14. GRAFICO No. 14: Diseño del perfil del vertedero.....	170
15. GRAFICO No. 15: Diagrama para la determinación de la longitud L1 del resalto para secciones rectangulares.....	155
16. GRAFICO No. 16: Diagrama de selección de turbinas hidráulicas.....	264
17. GRAFICO No. 17: Dimensiones básicas de una turbina francis.....	266

INDICE DE LAMINAS

	Pág.
1.- LAMINA No. 1: Pronóstico del coeficiente de electrificación.....	31
2.- LAMINA No. 2: Pronóstico de la relación entre el número de abonados domésticos y el número de abonados comerciales.....	32
3.- LAMINA No. 3: Consumo unitario doméstico y alumbrado público.....	33
4.- LAMINA No. 4: Pronóstico de las relaciones entre la venta media por abonado comercial y la venta media por abonado doméstico y alumbrado público.....	34

INDICE DE TABLAS

	Pág.
1.- TABLA No. 1: Número de curvas de escorrentía para usos agrícola, suburbano y urbano.....	123
2.- TABLA No. 2: Parámetros para el cálculo del perfil de la cresta.....	167
3.- TABLA No. 3: Valores del coeficiente "e".....	173
4.- TABLA No. 4: Características hidráulicas de túneles tipo baúl para distintos calados.....	184
5.- TABLA No. 5: Area necesaria para la casa de máquinas de una MCH.....	258
6.- TABLA No. 6: Caída, capacidad, velocidad específica y RPM. de una rueda tipo Francis.....	268
7.- TABLA No. 7: Rendimiento de cada turbina.....	269
8.- TABLA No. 8: Eficiencia de generadores de inducción.....	269
9.- TABLA No. 9: Costo capitalizado de los costos de construcción de una central diesel.....	290

RELACION DE PLANOS

1.-	Plano de Ubicación	P-1
2.-	Ubicación de la quebrada Tununtunumba en la cuenca	P-2
3.-	Canal de Aducción: Planta y Perfil Longitudinal	P-3
4.-	Tubería de Presión: Planta y Perfil Longitudinal	P-4
5.-	Bocatoma: Levantamiento topográfico	P-5
6.-	Bocatoma: Planta	P-6
7.-	Bocatoma: Cortes	P-7
8.-	Diseño del Perfil del Vertedero	P-8
9.-	Barraje: Dimensionamiento	P-9
10.-	Canal de Aducción: Sección Típica	P-10
11.-	Desarenador: Planta y Cortes	P-11
12.-	Cámara de Carga: Planta y Cortes	P-12
13.-	Casa de Máquinas: Distribución	P-13
14.-	Casa de Máquinas: Cortes	P-14

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado: "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE LA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA DE TUNUNTUNUMBA - CHAZUTA", pretende señalar los aspectos técnicos más importantes que se deben tener en cuenta en este tipo de proyectos, pues su posterior construcción contribuirá con el desarrollo de las actividades comerciales y agroindustriales, contribuyendo de esta manera a mejorar el nivel de vida de los pobladores del distrito de Chazuta en particular y de la región San Martín en general.

Los pueblos del interior de nuestra región, entre los que se puede ubicar al distrito de Chazuta y los ocho Centros Poblados en estudio, atraviesan por una de las peores crisis, siendo la agricultura una de sus principales fuentes de vida cuyos productos que cultivan no tienen un valor agregado, no cuentan con mínimos sistemas de salubridad ni carreteras por donde puedan comercializar sus productos, peor aún de un sistema de electrificación, el nivel cultural de sus pobladores es muy bajo, lo que los ubica en la categoría de Muy Pobres según del Mapa de Pobreza del País.

Es por esta razón que, cumpliendo con el objetivo de identificarnos y proyectarnos hacia la comunidad, trataremos de contribuir con la solución del Problema Energético a través de la elaboración del Estudio de Prefactibilidad de una Microcentral Hidroeléctrica, aprovechando racionalmente los recursos

hidrotopográficos existentes, orientada a cubrir la demanda doméstica, agroindustrial y alumbrado público.

Para el análisis y procesamiento de la información hidrológica, lo realizamos en base a datos de precipitación de 31 años (1964 - 1994) de la estación de Chazuta (no existen datos de aforo de la quebrada Tununtunumba), utilizando el método de la National Rural Electric Cooperative Association (NRECA) de los EE.UU. para caudales en época de estiaje y el método del Servicio de Conservación de Suelos (SCS), para descargas máximas.

En los diseños hidráulicos preliminares de las obras civiles tales como: obras de captación, obras de conducción, desarenador, cámara de carga con desarenador, tubería de presión, casa de máquinas y canal de fuga, se utilizaron las fórmulas y procedimientos convencionales de la hidráulica. También, se realiza la selección preliminar del equipo electromecánico, en base a datos de caudal y caída, usando gráficos y Tablas.

Se desarrolla el presupuesto de la obra a nivel de prefactibilidad, en base a costos unitarios de la Central Hidroeléctrica del Gera, actualizados a la fecha.

A partir del diseño y las metodologías aplicadas para cada caso particular, encontramos los siguientes resultados:

1.- El Caudal de Diseño al 90% de persistencia es de

Qdiseño=0.50 m³/seg. y el Caudal de Avenida Qmáx.=241.97 m³/seg.

2.- Con los datos de caudal de diseño y la caída neta **Hn=143.00 m.** obtenemos la Potencia Real equivalente a **533 kw.** suficiente para satisfacer los requerimientos del distrito de Chazuta y los ocho Centros Poblados, por el lapso de 30 años (1998 - 2027).

3.- Optamos por una turbina tipo **Francis con eje horizontal, una rueda y una descarga.**

4.- El Costo total de la obra predeterminado es de **Un Millón Ochocientos Dieciocho Mil Quinientos Cincuentitres y 27/100 Dólares Americanos (US \$ 1'818,553.27).**

5.- Habiéndose realizado la evaluación económica del proyecto en base al interés del 10% anual y a indicadores económicos, resulta que la relación **Beneficio/Costo es mayor que la unidad,** considerando por tanto, que el proyecto **es Rentable.**

Esperando que este proyecto sea de utilidad a la comunidad universitaria y al país en general, rogamos su comprensión por los errores u omisiones que pudieran existir. A partir de este momento se plantea la necesidad de desarrollar el **ESTUDIO DEFINITIVO,** que permita buscar su financiamiento y ejecución.

El Autor.

INTRODUCCION

Una adecuada política energética tiene enorme importancia dentro de cualquier programa de desarrollo rural. Primeramente, el aumento de los ingresos y del nivel de bienestar de las familias campesinas no sólo requiere de un significativo incremento de la productividad agropecuaria, sino que también necesita de la transformación de esa producción y una mayor diversificación de las actividades productivas generadoras de ingresos. La conservación y procesamiento, la producción láctea, pequeños talleres de carpintería y metalmecánica, panaderías y otras actividades no pueden desarrollarse a plenitud en el medio rural debido a la carencia -o no utilización- de fuentes generadoras de energía. Y, en segundo lugar, la demanda por combustibles para la cocina de alimentos, dado el actual nivel de ingresos del campesino, no puede ser cubierta por los combustibles comerciales (kerosene, gas y electricidad), al mismo tiempo que el uso de la leña es muy limitado dado el empírico uso que alcanza brindar. Ambos problemas muestran la necesidad de un uso eficiente de los recursos energéticos.

El Presente Proyecto de Tesis denominado: **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE LA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA DE TUNUNTUNUMBA - CHAZUTA**^a, se centra en el primer problema mencionado, desarrollado en base a experiencias concretas en las zonas andinas del país y contando con el agua como recurso abundante, sobretudo, en esta zona montañosa, donde resulta

técnicamente posible, a la par con la topografía, ser empleado para generar energía, en particular cuando se trata de pequeños aprovechamientos hidráulicos, a decir, del recurso agua contando con un Caudal de Diseño $Q_{\text{diseño}} = 0.50$ m³/seg., y aprovechando la topografía una Caída Bruta $H_b = 149.25$ m., generaremos una Potencia $P = 533.00$ kw., (sin necesidad de regulación del caudal) capaz de solucionar el problema energético del distrito de Chazuta y 08 Centros Poblados más cercanos.

CAPITULO I

GENERALIDADES E INFORMACION BASICA

1.1 GENERALIDADES

1.1.1 INTRODUCCION

Con la finalidad de aportar a la Región y al país con los conocimientos Teórico-Prácticos adquiridos durante la formación académica y así poder optar el Título de **INGENIERO CIVIL**, es que se desarrollará el presente trabajo, que al llegar a concretizarse estaremos contribuyendo a mejorar el nivel económico, social y cultural de esta zona de la Región San Martín con un gran potencial agroindustrial, a través del uso permanente del recurso eléctrico que generará la **MICROCENTRAL HIDROELECTRICA DE TUNUNTUNUMBA**, en el distrito de Chazuta, impulsando la creación de nuevas fuentes de trabajo que permitan frenar o disminuir la migración hacia las ciudades, procurando hacer más satisfactoria la vida en el campo. Todo esto, a partir de las actividades agroindustriales (procesamiento de granos, industrialización de la leche, elaboración del pan, etc.), actividades de servicios (aserraderos, carpintería, metalmecánica, confecciones) y actividades comerciales; los cuales se verán iniciadas y/o mejoradas con el uso de sus propios recursos.

1.1.2 OBJETIVOS

- Elaborar el Estudio Técnico - Económico de Prefactibilidad para la construcción de una Microcentral Hidroeléctrica en el distrito de Chazuta.

- Contribuir con la solución del problema energético de esta parte de la Región San Martín, aprovechando racionalmente los recursos hidrotopográficos existentes, para así generar energía eléctrica orientada a cubrir la demanda doméstica, comercial e industrial.

1.1.3 ANTECEDENTES

El distrito de Chazuta cuenta con 08 centros poblados, ubicados en las márgenes izquierda y derecha aguas abajo del río Huallaga, lugares a donde se accede sólo por vía fluvial. De todo este grupo solamente el pueblo de Chazuta cuenta con una Central Térmica de 200 kw., que por la antigüedad del motor y el excesivo gasto de combustible hace que la dotación de energía (doméstica), sea muy precaria y restringida ya que solo brindan servicio de 18h30m a 22h00m., es decir de 3 a 4 horas cuando haya disponibilidad de combustible. Por lo que es muy importante que al hacerse realidad la ejecución de este proyecto, estaríamos contribuyendo con el desarrollo de toda esta zona muy rica en recursos agropecuarios y forestales.

1.1.4 UBICACION

El Proyecto se desarrollará utilizando las aguas de la quebrada de TUNUNTUNUMBA, ubicada en el distrito de Chazuta, jurisdicción de la Provincia de San Martín y Región San Martín, entre las coordenadas geográficas siguientes:

Latitud : 6° 36'

Longitud : 76° 21'

Altitud : 260 m.s.n.m.

El distrito de Chazuta limita:

Por el Norte, con el distrito del Pongo del Cainarachi.

Por el Sur, con el distrito de Sauce.

Por el Este, con el distrito de Huimbayoc.

Por el Oeste, con el distrito de Shapaja.

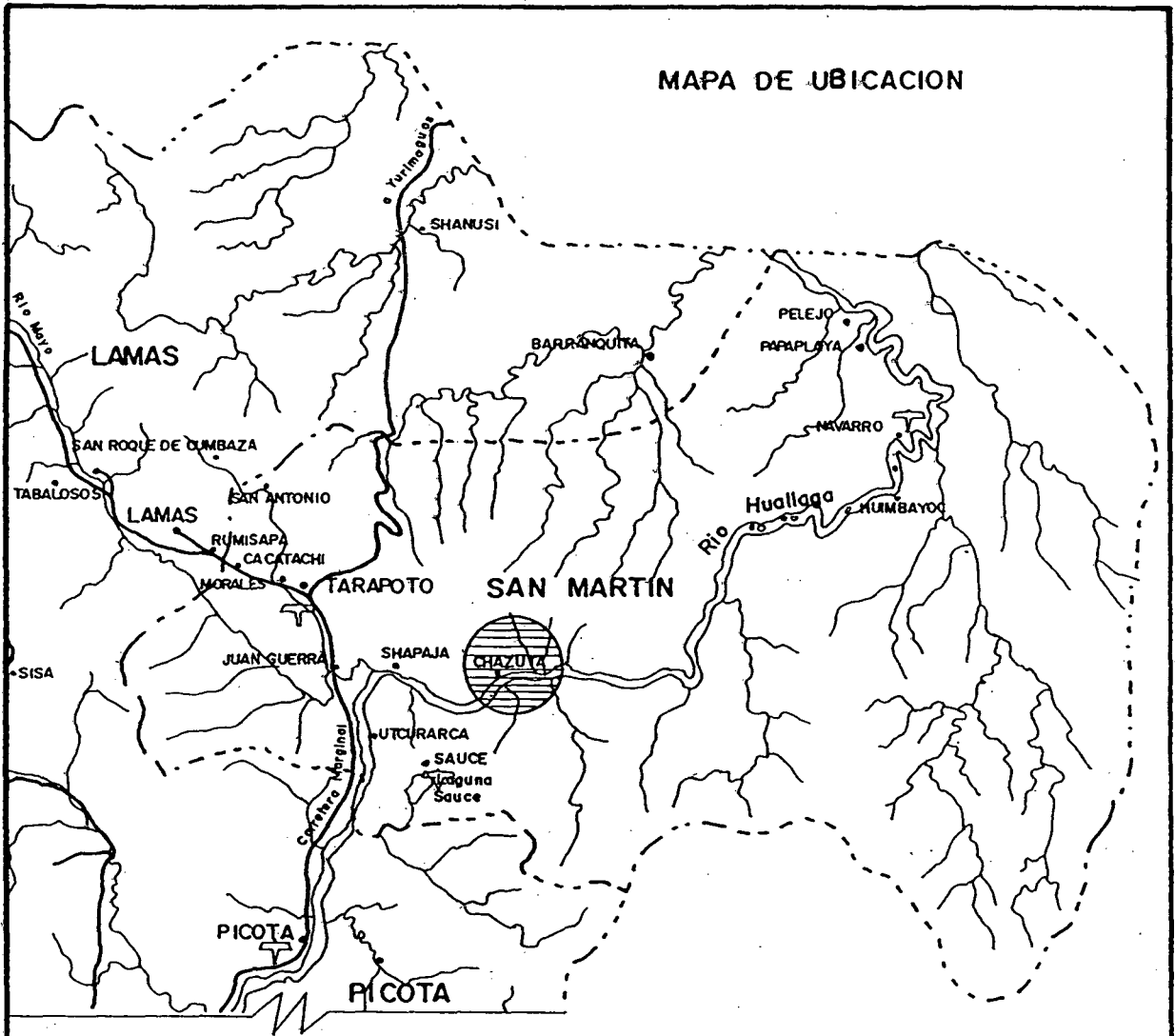
(Fuente: Mapa Utcucarca-Perú 1657-J632 Edic. 1 DMA-Esc. 1/100000)

1.1.5 ACCESO Y VIAS DE COMUNICACION

El distrito de Chazuta se encuentra a 43 km. de la ciudad de Tarapoto, a donde se accede por vía terrestre por un lapso de 1h30m. en automóvil, a través de una carretera de tercer orden.

También se accede por vía fluvial a partir del distrito de Shapaja usando las aguas del río Huallaga (aguas abajo), pero, debido a los "Malos Pasos" existentes, no es tan frecuente el uso de esta vía.

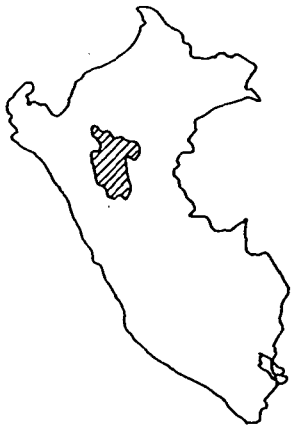
MAPA DE UBICACION



ESCALA GRAFICA:



MAPA DEL PERU



MAPA DE LA REGION SAN MARTIN



A partir de la localidad de Chazuta, a la zona del proyecto se accede por camino de herradura de topografía muy accidentada, aproximadamente 1h30m., lo que hace suponer que para la construcción de la Microcentral se tendrá que construir caminos de acceso a la obra.

Asimismo, de la localidad de Chazuta, Puerto Principal, a los demás centros poblados beneficiarios del proyecto, se accede solamente por vía fluvial, los mismos que se encuentran ubicados en las márgenes izquierda y derecha aguas abajo del río Huallaga.

1.1.6 CLIMA

Chazuta es un distrito de la selva central de nuestra amazonía, elevadas temperaturas y abundantes lluvias caracterizan su clima.

De acuerdo a su ubicación geográfica, el clima corresponde a la Clasificación de BOSQUE SECO - TROPICAL (BS-T, según Jhosep Thoshi), la temperatura media es de 27°C. (Bibl. 9), la precipitación total anual promedio es del orden de los 1344.31 mm., concentrados mayormente entre los meses de Enero a Abril, siendo los valores mínimos y máximos de 775.8 mm. y 2082.0 mm., respectivamente (Ver Cuadro No. 09).

1.2 INFORMACION BASICA

1.2.1 TOPOGRAFIA

Ha consistido en los levantamientos topográficos de las siguientes áreas:

- Bocatoma	Escala 1/200
- Canal de Aducción	" 1/1000
- Cámara de Carga	" 1/200
- Caída	" 1/500
- Casa de Máquinas	" 1/200

Asimismo, para obtener el área de influencia de la cuenca se utilizó el MAPA UTCURARCA-PERU 1657-J632- Edición 1-DMA, a escala 1/100,000.

El levantamiento del canal está apoyado en una línea de gradiente con 0.2% y 0.3% de pendiente.

1.2.2 HIDROLOGIA

Para la elaboración del estudio hidrológico se ha obtenido información del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI-SAN MARTIN). Utilizamos la información de las estaciones de Chazuta, Sauce y El Porvenir, sólo los datos de PRECIPITACIONES PLUVIALES, consideradas las más

representativas. La información abarca el Período de Registro 1964-1994.

Estos datos nos sirvieron para obtener Caudales Promedio Mensuales haciendo un balance hidrológico a partir del método de N.R.E.C.A. (National Rural Electric Cooperative Association) de los EE.UU., que propone un método para el cálculo del escurrimiento mensual basado en datos meteorológicos de la cuenca en estudio en cuencas vecinas. Además obtendremos las avenidas máximas instantáneas utilizando la metodología del SCS (Soil Conservation Service) de EE.UU., el método de la Fórmula Racional y las Fórmulas Empíricas.

1.2.3 GEOLOGIA

La información básica de la zona de la quebrada de Túnuntunumba, está relacionada tan solo con trabajos de inspección visual a través de la visita de campo, reforzado con algunos trabajos hechos con anterioridad por PETROPERU, con la finalidad de posibles exploraciones petroleras.

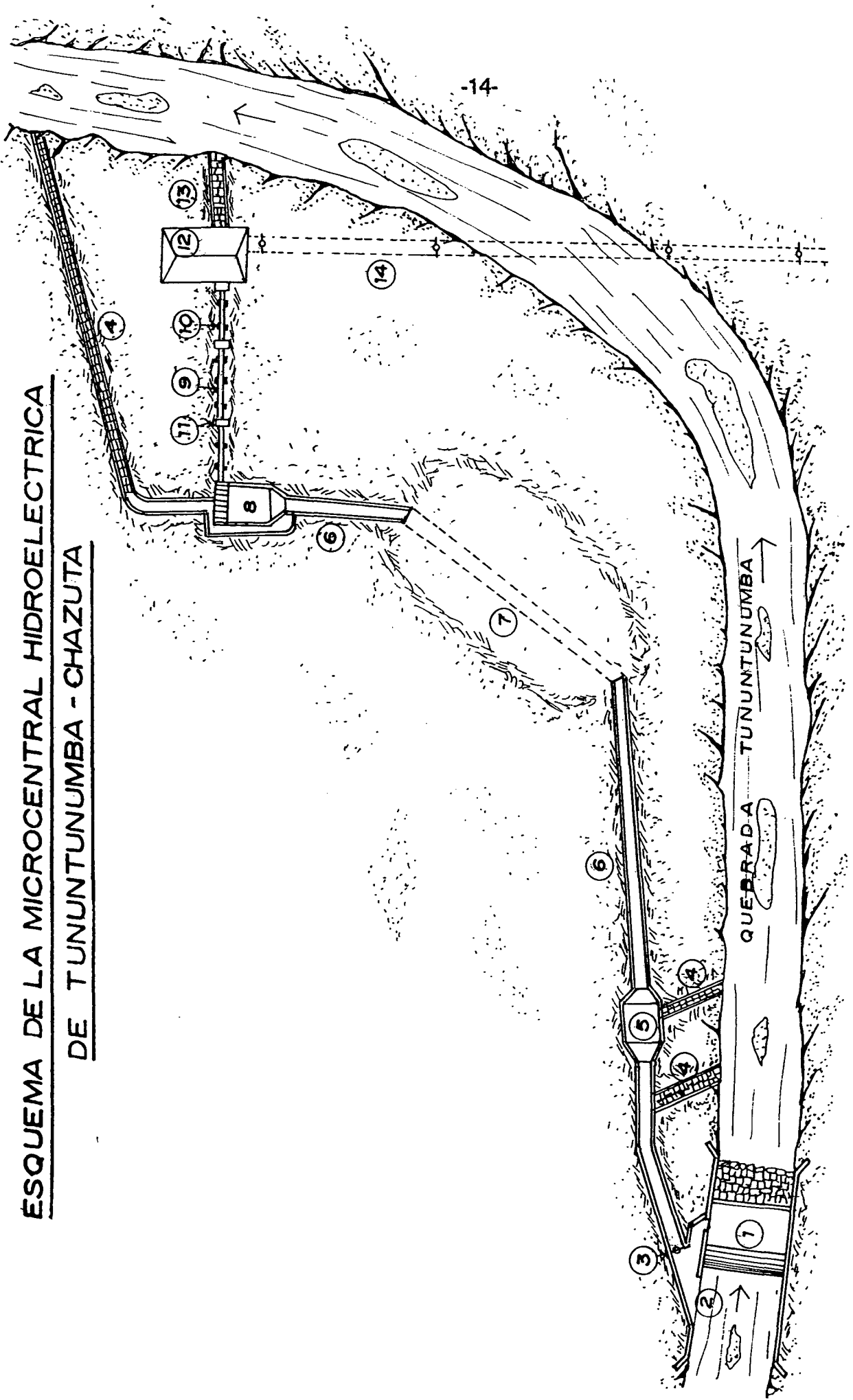
1.3 ESQUEMA DE LA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA DE TUNUNTUNUMBA.

Los distintos componentes de la ruta de abastecimiento de agua para la Microcentral Hidroeléctrica de Tununtunumba- Chazuta son:

- 1.- Barraje de derivación
- 2.- Toma de ingreso
- 3.- Compuertas de Regulación
- 4.- Aliviaderos
- 5.- Desarenador
- 6.- Canal de Aducción
- 7.- Túnel de Aducción
- 8.- Cámara de Carga con Desarenador
- 9.- Tubería de Presión
10. Apoyos de Tuberías
11. Andajes de Tuberías
12. Casa de Fuerza
13. Canal de Descarga
14. Línea de Trasmisión.

A continuación se presenta el siguiente esquema:

ESQUEMA DE LA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA
DE TUNUNTUNUMBA - CHAZUTA



CAPITULO II

MERCADO ENERGETICO

2.1 INTRODUCCION

Hecho el reconocimiento de campo, la determinación del recurso hídrico disponible, el mercado eléctrico, la localización de los posibles centros de consumo tanto por su cercanía (7km. a la redonda) al sistema a proponer (líneas de transmisión), como por su importancia económica y dentro de su ubicación en la red vial (vía fluvial), se determinó el área que técnica y económicamente fueran factibles de ser atendidas eléctricamente. De esta forma se ha planteado que el sistema estará constituido por:

- 1.- Chazuta
- 2.- Ramón Castilla
- 3.- Banda de Chazutayacu
- 4.- Tununtunumba
- 5.- Santa Rosa de Chipaota
- 6.- Canayo
- 7.- Llucanayacu
- 8.- Shilcayo
- 9.- Aguano Muyuna

La metodología utilizada para el Pronóstico de la Demanda Eléctrica es

básicamente la que aparece en el V Proyecto de Energía Eléctrica del Perú, presentado en 1980 por la firma consultora canadiense **MONTREAL ENGINEERING LIMITED - MONENCO**. Tal como allí se indica, su aplicación es recomendable a localidades con una población estimada menores de 20,000 habitantes.

2.2 ESTUDIO POBLACIONAL

Tomamos en cuenta la información poblacional realizada en el año de 1996 en todos los lugares constituyentes del sistema, precisamente, con la finalidad de obtener datos actuales para el diseño de la Microcentral.

Para el cálculo de la Población Futura, se usará el Método del Interés Simple recomendada por el Ministerio de Salud, de acuerdo a un Crecimiento Geométrico en lo que se supone que la población crece a un ritmo casi constante.

La Fórmula empleada es la siguiente:

$$Pf = Po(1 + r)^t \quad \text{..... (Bibl. 7)}$$

donde:

Pf = Población Futura

Po = Población Actual

t = Tiempo proyectado en años

r = Tasa de Crecimiento (variable cada cierto tiempo)

POBLACION CENSADA (1998) : (Bibl. 5)

1.-	Chazuta	:	3950	habitantes
2.-	Ramón Castilla	:	380	"
3.-	Banda de Chazutayacu	:	610	"
4.-	Tununtunumba	:	590	"
5.-	Santa Rosa:	:	460	"
6.-	Canayo	:	215	"
7.-	Llucanayacu:	:	380	"
8.-	Shilcayo	:	650	"
9.-	Aguano Muyuna	:	750	"

NUMERO PROMEDIO DE HABITANTES POR VIVIENDA

El Valor adoptado es de 06 habitantes por vivienda

NUMERO DE VIVIENDAS

$$\text{No. Viv.} = \frac{\text{No. de Habitantes}}{\text{No. Habit./Viv.}}$$

PERIODO DE DISEÑO

La obra está proyectada para 30 años como período de diseño.

2.3 ESTUDIO DE MERCADO

2.3.1 PRONOSTICO DEL NUMERO DE ABONADOS DOMESTICOS

Resulta de multiplicar el número de viviendas calculadas por el coeficiente de electrificación. Este valor se estima de las curvas que aparecen en la Lámina No. 01. (Bibl. 7)

Las curvas graficadas indican lo siguiente:

CUADRO No. 1: (Bibl. 7)

<u>Curvas</u>	<u>Comportamiento del Coeficiente de Electrificación.</u>
C2	Representa al de una comunidad que a la fecha no cuenta con servicios eléctricos.
C1	A diferencia del caso anterior, su coeficiente de electrificación crece en forma más acelerada.
B2	Representa al de una localidad que cuenta con servicios eléctrico restringido y con una oferta igual o menor a la demanda existente, la cual no permite la incorporación de nuevos abonados.
B1	Se diferencia del caso anterior en que es posible incorporar nuevos abonados, aunque en forma limitada.
A	Representa al de una población que actualmente cuenta con servicios eléctricos y cuyo coeficiente de electrificación es igual o mayor a 0.5

Para el Caso del Proyecto consideramos que:

Chazuta = B2

Anexos = C2

2.3.2 PRONOSTICO DEL NUMERO DE ABONADOS COMERCIALES

En la Lámina No.02 se muestra la relación de abonados domésticos y comerciales.

Estos valores se encuentran comúnmente entre 4 y 7; debiendo adoptarse de acuerdo a la información estadística obtenida. (Bibl. 7).

2.3.3 PRONOSTICO DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA POR PARTE DEL SECTOR DOMESTICO Y ALUMBRADO PUBLICO

Para estimar este consumo, mediante el método de los mínimos cuadrados, se halló que la función matemática de mejor ajuste resulta ser una de la siguiente forma:

$$Y = a X^b \quad \text{.....(Bibl. 7)}$$

en donde:

$$Y = \frac{\text{Cons. anual del Sector Domést. y A.P.}}{\text{Número de Abonados Domésticos}}$$

Donde:

X = Número de Abonados Domésticos

a,b = Parámetros de la ecuación para cada región o zona.

El criterio adoptado fue la clasificación de las localidades de acuerdo al número de habitantes:

CUADRO No. 2-A : (Bibl. 7)

Localidad	No. de Habitantes
A	Más de 3000
B	De 1000 a 3000
C	Menos de 1000

Para las que se obtuvo:

CUADRO No. 2-B : (Bibl. 7)

Localidad	Ecuación
A	$Y = 62.3309 X^{0.2849}$
B	$Y = 59.2464 X^{0.2632}$
C	$Y = 58.9000 X^{0.2298}$

Con la aplicación de estas ecuaciones se obtiene directamente el consumo unitario del sector doméstico y alumbrado público y que aparecen en la Lámina No. 03

Para el caso del proyecto consideramos que:

Chazuta = Localidad tipo A

Anexos = Localidad tipo C

El consumo anual se obtiene de multiplicar el consumo unitario por el número de abonados domésticos.

2.3.4 PRONOSTICO DEL CONSUMO COMERCIAL

El consumo neto de energía eléctrica del sector comercial en cada localidad resulta de multiplicar el consumo unitario comercial por el número de abonados comerciales.

Para las diferentes localidades se obtiene:

CUADRO No. 3 : (Bibl. 7)

Localidad	No. Ab. Domest.	Cons. Unitario Comercial
-----	-----	-----
	No. Ab. Comerc.	Cons. Unit. Domicil. y A.P.
A	5	1.25
B1	6	1.10
B2	6	1.05
C1	7	1.05
C2	7	1.00

2.3.5 PRONOSTICO DEL CONSUMO NETO INDUSTRIAL

Cons. Indust.=K (Consumo Doméstico + Cons. Comercial)

El potencial económico de las localidades y su crecimiento se proyecta de acuerdo a las siguientes tasas: (Bibl. 7)

- a). Para el Distrito de Chazuta. : 8 %
- b). Para los Anexos : 4 %

2.3.6 PRONOSTICO DEL CONSUMO DE CARGAS ESPECIALES

Las Cargas Especiales son demandas eléctricas correspondientes a escuelas, iglesias, hospitales, etc.

La metodología expuesta considera el 3% del consumo doméstico y alumbrado público más el consumo comercial. (Bibl. 7)

2.3.7 PRONOSTICO DEL CONSUMO NETO TOTAL

Resulta de la suma de los pronósticos anteriores estimados. (Bibl. 7)

2.3.8 PRONOSTICO DEL CONSUMO BRUTO TOTAL

Resulta de adicionar al consumo neto total las pérdidas de energía, las que se han estimado en:

CUADRO No. 4 : (Bibl. 7)

<u>Localidad</u>	<u>% Pérdidas de Energía</u>
A	15 %
B	12 %
C	10 %

2.3.9 PRONOSTICO DE LA MAXIMA DEMANDA DE POTENCIA

La Máxima Demanda consiste en la suma de las máximas demandas de cada una de las localidades que conforman una microregión.

Se calcula a partir del consumo bruto de energía y el número de horas de utilización de la demanda de base en la duración diaria del Servicio Eléctrico y que se determinan de acuerdo a:

CUADRO No. 5 : (Bibl. 7)

<u>Localidad</u>	<u>Horas de Utilización</u>
A	2740 - 3900
B	2430 - 3300
C	2125 - 2850

2.3.10 EJEMPLO:

A Continuación se aplican **02 EJEMPLOS** para obtener la **MAXIMA DEMANDA DE ENERGIA** proyectados a 30 años (1998 - 2027), para luego remitirnos a los **CUADROS No. 6**

A) Para el distrito de Chazuta

B) Para los Anexos.

PARA EL DISTRITO DE CHAZUTA:

Datos:

- Población (1996) = 3950 habitantes

- Población (2027) = ?

- Tasa de Crecimiento = 4%

- Número de Hab/Viv. = 6 hab/viv.

1.- POBLACION FUTURA:

$$P_t = P_o (1 + r)^t$$

$$P_t (1997) = 3,950 (1 + 0.04)^1 = 4,108 \text{ hab.}$$

$$P_t (2027) = 4,108 (1 + 0.04)^{30} = 13,324 \text{ hab.}$$

2.- NUMERO DE VIVENDAS:

$$\text{No. de Viv.} = \frac{\text{No. Hab.}}{\text{No.Hab./Viv.}} = \frac{13,324}{6} = 2,221 \text{ Viv.}$$

3.- NUMERO DE ABONADOS DOMESTICOS:

$$\text{No. Abon. Dom.} = \text{No. Viv.} \times \text{C.E.}$$

* C.E. (Coeficiente de electrificación):

Ver Cuadro No. 01 y Lámina No. 1

Considerando a Chazuta del tipo B - 2

Tenemos: Para $t = 24$ años C.E. = 0.7

Para $t = 30$ años

$$\text{C.E.} = 0.7 + (0.0055 \times 6) = 0.733$$

Luego:

$$\text{No. Ab. Dom.} = 2,221 \text{ viv.} \times 0.733 = 1,628 \text{ Abon. Dom.}$$

4.- PRONOSTICO DEL CONSUMO DOMESTICO:

Ver Cuadros Nos. 02-A y 02-B , además Lámina No. 3

Localidad tipo A > 3,000 hab.

$$Y = 62.3309 X^{0.2849}$$

donde;

Y = Consumo Anual Doméstico y Alumb. Público

X = No. de Abonados Domésticos

$$Y = 62.3309 (1,628)^{0.2849} = 512 \text{ kwh/anual/abonado}$$

$$Y = 512 \times 1,628 \text{ abon. domést.} = 833,536 \text{ Kwh}$$

5.- PRONOSTICO DEL CONSUMO COMERCIAL:

Cons. Comerc. = No.abon.Com. x Cons. Unit. Comerc.

Ver Lámina No. 2 , Para el Tipo B -2

$$\frac{\text{No. Abonados Domésticos}}{\text{No. Abonados Comerciales}} = 6$$

$$\frac{1,628 \text{ Abon. Domésticos}}{\text{No. Abonados Comerciales}} = 6$$

Luego:

$$\text{No. Abon. Comerc.} = \frac{1,628}{6} = 271 \text{ Abon. Comerc.}$$

De Cuadro No. 03, para el Tipo B - 2

$$\frac{\text{Consumo Unit. Comercial}}{\text{Consumo Unit. doméstico}} = 1.05$$

$$\text{Consumo Unit. Comercial} = 512 \times 1.05 = 538$$

Finalmente

$$\text{Consumo Comercial} = 271 \times 538 = 145,798 \text{ Kwh}$$

6.- CONSUMO INDUSTRIAL:

$$\text{Cons. Indust.} = K(\text{Cons. Doméstico} + \text{Cons. Comercial})$$

Consideramos:

$$\text{Para Chazuta : } K = 8 \%$$

$$\text{Cons. Indust.} = 8\% (833,536 \text{ Kwh} + 145,798 \text{ Kwh})$$

$$\text{Cons. Indust.} = 78,347 \text{ kwh.}$$

7.- CONSUMO CARGAS ESPECIALES:

Cons. Cargas Esp.=K(Cons Domést. + Cons.Comerc.)

Cons. Cargas Esp.=3% (833,536 Kwh + 145,798 Kwh)

Cons. Cargas Especiales = 29,380 Kwh.

8.- PRONOSTICO DEL CONSUMO NETO TOTAL:

C. Neto Total= 833,536 + 145,798 + 78,347 + 29,380

Cons. Neto Total = 1'087,061 Kwh

9.- PRONOSTICO DEL CONSUMO BRUTO TOTAL:

Considerado como LOCALIDAD "A", del Cuadro No. 04, obtenemos que el Porcentaje de Pérdida de Energía correspondiente al 15%.

Cons. Bruto Total = 1'087,061 x 1.15 = 1'250,120 Kwh.

10. PRONOSTICO DE LA MAXIMA DEMANDA DE POTENCIA:

Para la LOCALIDAD "A" , del Cuadro No. 05, obtenemos que las Horas de Utilización están en el rango de 2740 - 3900 horas, trabajaremos entonces con el promedio, es decir, con 3320 horas .

$$\text{MAXIMA DEMANDA} = \frac{1'250,120 \text{ Kwh}}{3,320 \text{ hr}} = 377.00 \text{ KW.}$$

PARA LOS ANEXOS:

Tomaremos como ejemplo la Localidad de AGUANO MUYUNA, por ser el anexo con mayor población $P=750$ Hab.

Datos:

- Población (1996) = 750 habitantes
- Población (2027) = ?
- Tasa de Crecimiento = 4 %
- Número de Hab/Viv. = 6 hab/viv.

1.- POBLACION FUTURA:

$$P_t = P_o (1 + r)^t$$

$$P_t (1997) = 750 (1 + 0.04)^1 = 780 \text{ hab.}$$

$$P_t (2027) = 780(1 + 0.04)^{30} = 2,530 \text{ hab.}$$

2.- NUMERO DE VIVENDAS:

$$\text{No. de Viv.} = \frac{\text{No. Hab.}}{\text{No.Hab./Viv.}} = \frac{2,530}{6} = 422 \text{ Viv.}$$

3.- NUMERO DE ABONADOS DOMESTICOS:

$$\text{No. Abon. Dom.} = \text{No. Viv.} \times \text{C.E.}$$

* C.E. (Coeficiente de electrificación):

Ver Cuadro No. 01 y Lámina No. 1

Considerando a Aguano Muyuna del tipo C- 2

Tenemos: Para t= 24 años C.E. = 0.61

Para t= 30 años

$$C.E. = 0.61 + (0.0055 \times 6) = 0.643$$

Luego:

$$\text{No. Ab. Dom.} = 422 \text{ viv.} \times 0.643 = 271 \text{ Abon. Dom.}$$

4.- PRONOSTICO DEL CONSUMO DOMESTICO:

Ver Cuadros Nos. 02-A y 02-B , además Lámina No. 3

Localidad tipo C < 1,000 hab.

$$Y = 59.2464 X^{0.2632}$$

donde;

Y = Consumo Anual Doméstico y Alumb. Público

X = No. de Abonados Domésticos

$$Y = 59.2464 (271)^{0.2632} = 259 \text{ kwh/anual/abonado}$$

$$Y = 259 \times 271 \text{ abon. domést.} = 70,189 \text{ Kwh}$$

5.- PRONOSTICO DEL CONSUMO COMERCIAL:

Cons. Comerc. = No.abon.Com. x Cons. Unit. Comerc.

Ver Lámina No. 2 , Para el Tipo C-2

$$\frac{\text{No. Abonados Domésticos}}{\text{No. Abonados Comerciales}} = 7$$

$$\frac{271 \text{ Abon. Domésticos}}{\text{No. Abonados Comerciales}} = 7$$

Luego:

$$\text{No. Abon. Comerc.} = \frac{271}{7} = 39 \text{ Abon. Comerc.}$$

De Cuadro No. 03, para el Tipo C - 2

$$\frac{\text{Consumo Unit. Comercial}}{\text{Consumo Unit. doméstico}} = 1.00$$

$$\text{Consumo Unit. Comercial} = 259 \times 1.00 = 259$$

Finalmente

$$\text{Consumo Comercial} = 39 \times 259 = 10,101 \text{ Kwh}$$

6.- CONSUMO INDUSTRIAL:

$$\text{Cons. Indust.} = K(\text{Cons. Doméstico} + \text{Cons. Comercial})$$

Consideramos:

$$\text{Para Chazuta : } K = 4 \%$$

$$\text{Cons. Indust.} = 4 \% (70,189 \text{ Kwh} + 10,101 \text{ Kwh})$$

$$\text{Cons. Indust.} = 3,212 \text{ kwh.}$$

7.- CONSUMO CARGAS ESPECIALES:

Cons. Cargas Esp.=K(Cons Domést. + Cons.Comerc.)

Cons. Cargas Esp.=3% (833,536 Kwh + 145,798 Kwh)

Cons. Cargas Especiales = 29,380 Kwh.

8.- PRONOSTICO DEL CONSUMO NETO TOTAL:

C. Neto Total= 833,536 + 145,798 + 78,347 + 29,380

Cons. Neto Total = 1'087,061 Kwh

9.- PRONOSTICO DEL CONSUMO BRUTO TOTAL:

Considerado como LOCALIDAD "A", del Cuadro No. 04, obtenemos que el Porcentaje de Pérdida de Energía correspondiente al 15%.

Cons. Bruto Total = 1'087,061 x 1.15 = 1'250,120 Kwh.

10. PRONOSTICO DE LA MAXIMA DEMANDA DE POTENCIA:

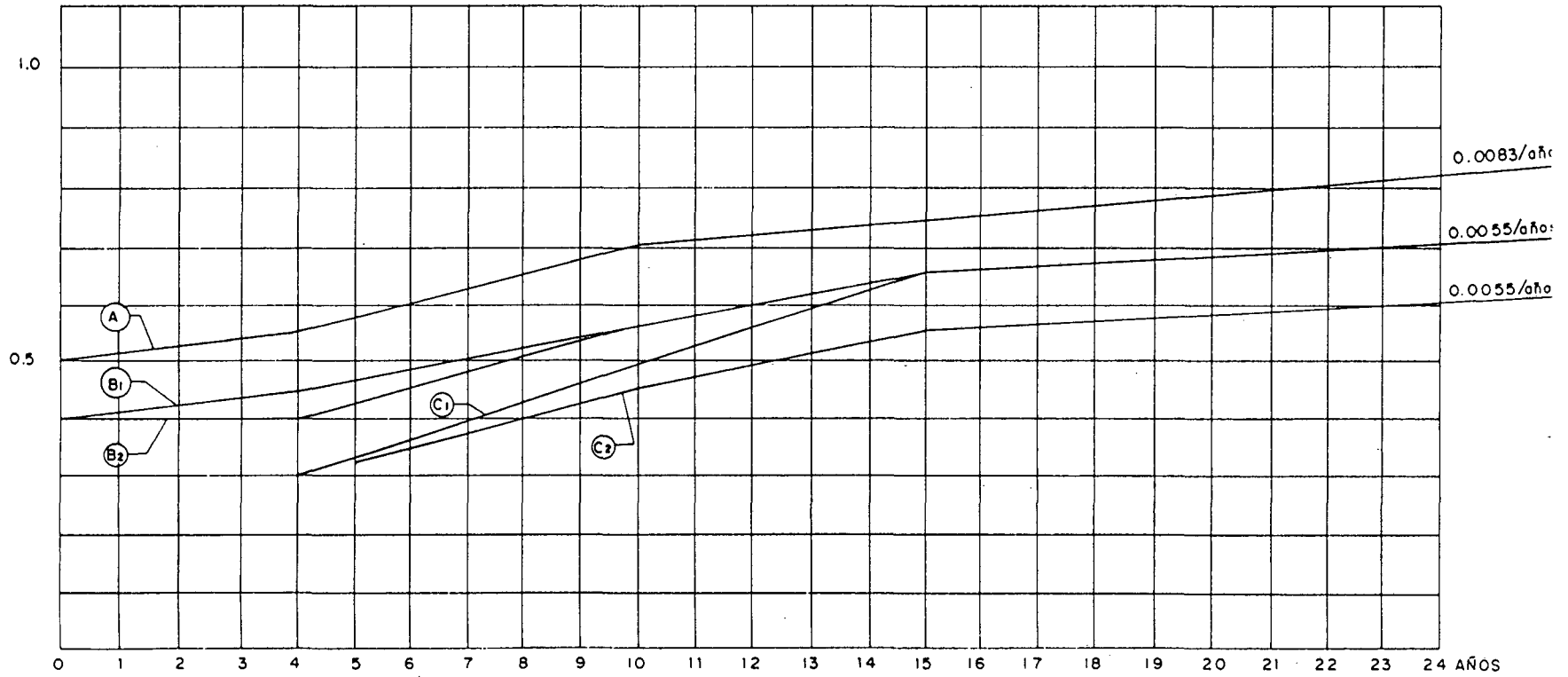
Para la LOCALIDAD "A" , del Cuadro No. 05, obtenemos que las Horas de Utilización están en el rango de 2740 - 3900 horas, trabajaremos entonces con el promedio, es decir, con 3320 horas .

$$\text{MAXIMA DEMANDA} = \frac{1'250,120 \text{ Kwh}}{3,320 \text{ hr}} = 377.00 \text{ KW.}$$

PRONOSTICO DEL COEFICIENTE DE ELECTRIFICACION

COEFICIENTE
DE
ELECTRIFICACION

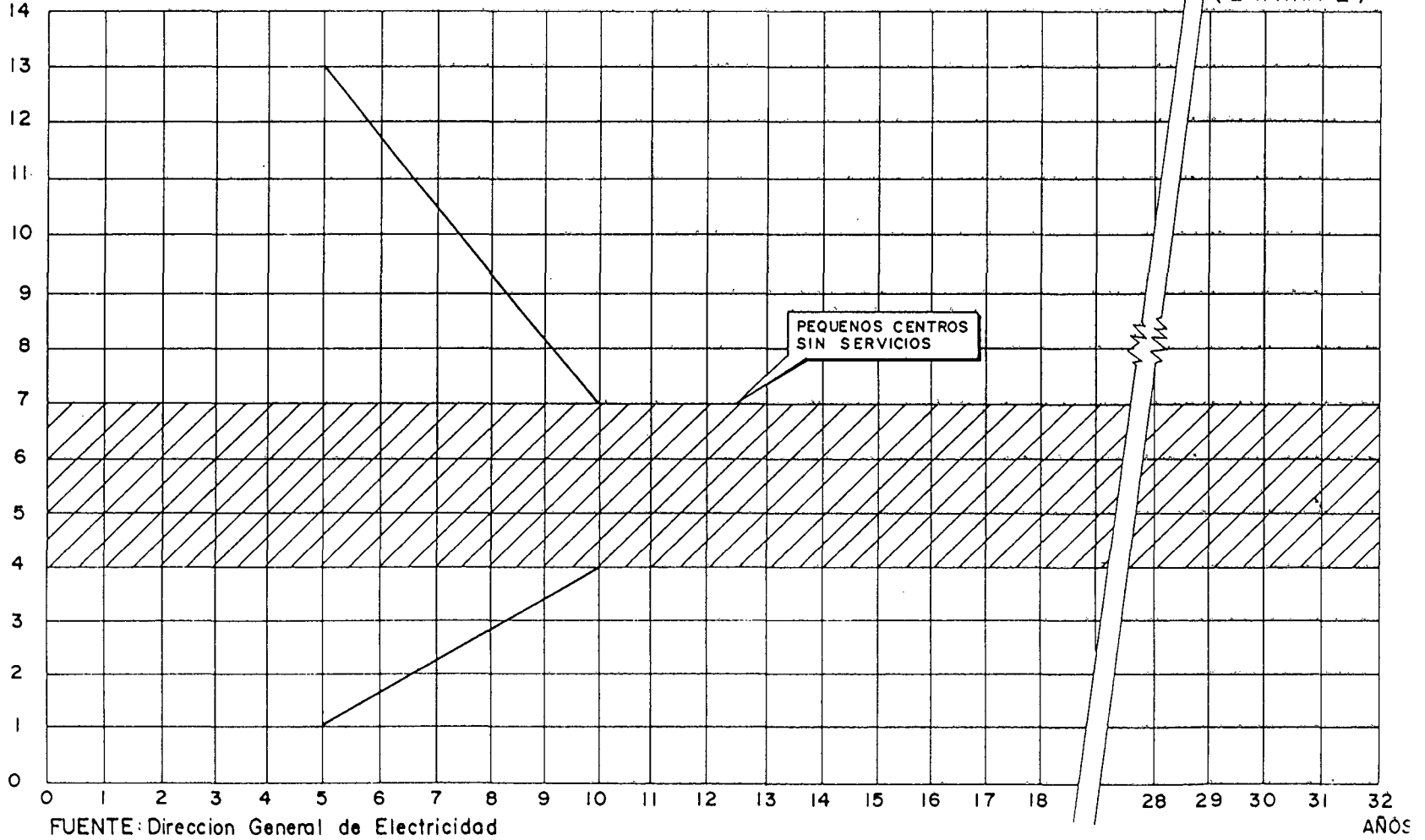
(LAMINA I)



Nº DE ABONADOS DOMESTICOS
Nº DE ABONADOS COMERCIALES

PRONOSTICO DE LA RELACION ENTRE EL NUMERO
DE ABONADOS DOMESTICOS Y EL NUMERO DE
ABONADOS COMERCIALES

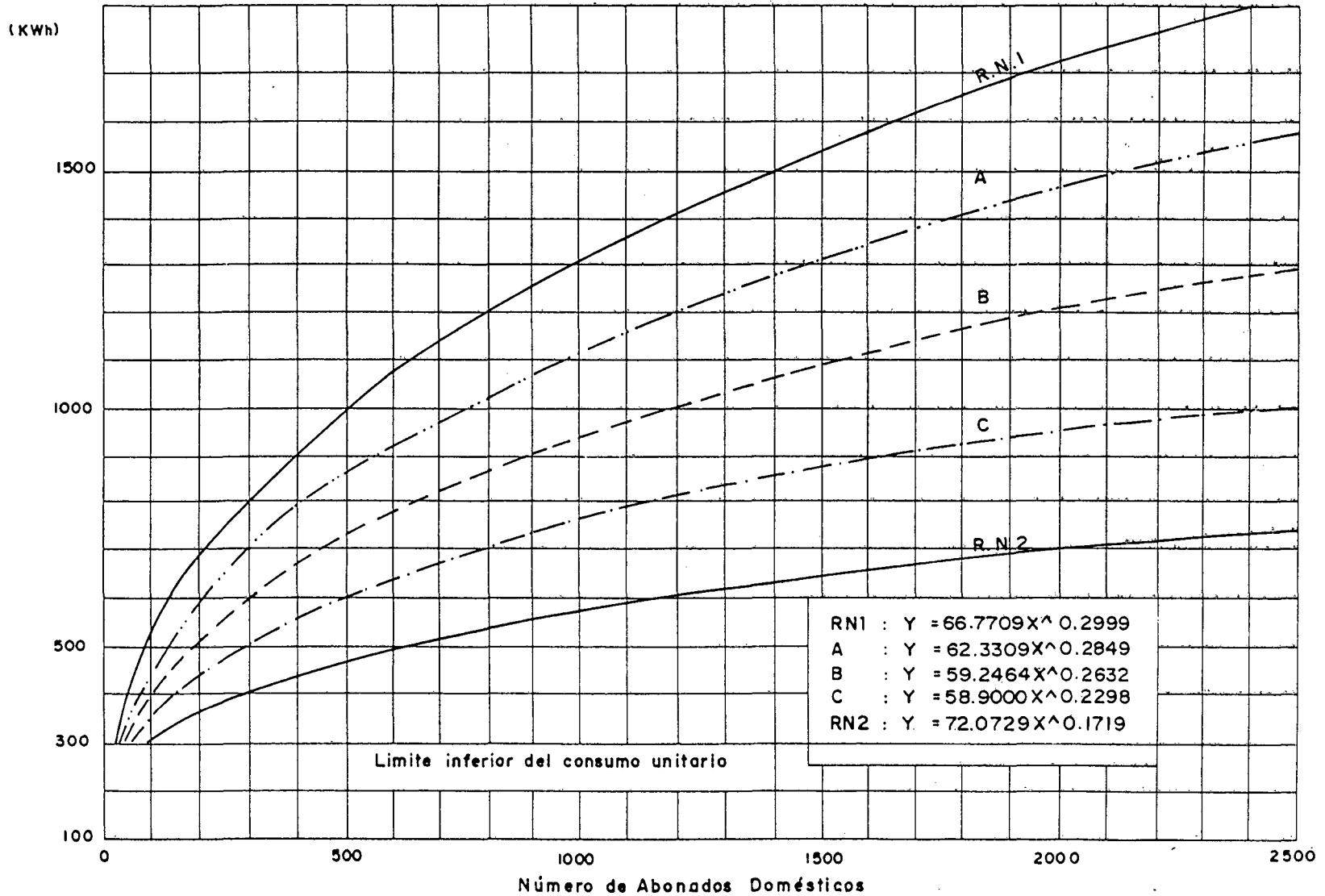
(LAMINA 2)



CONSUMO UNIT. DOM. Y ALUMB.
PUBLICO

CONSUMO UNITARIO DOMESTICO Y ALUMBRADO PUBLICO VER. NUMERO DE
ABONADOS DOMESTICOS

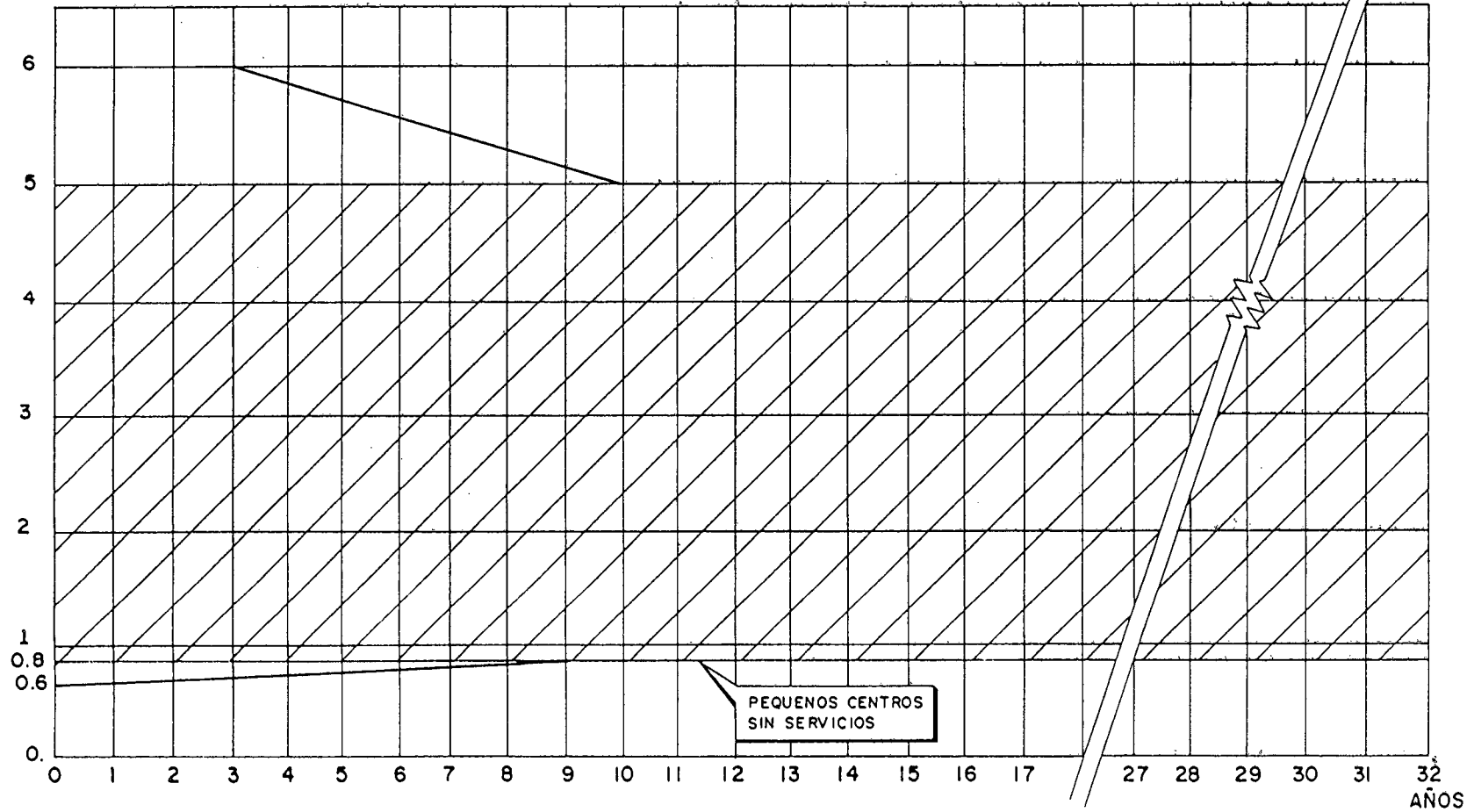
(LAMINA 3)



PRONOSTICO DE LAS RELACIONES ENTRE LA VENTA MEDIA
 POR ABONADO COMERCIAL Y LA VENTA MEDIA POR
 ABONADOS DOMESTICOS Y DE ALUMBRADO PUBLICO

CONSUMO UNITARIO COMERCIAL
CONSUMO UNITARIO DOMESTICO Y A. PUBLICO

(LAMINA 4)



FUENTE : Dirección General de Electricidad

CUADRO No. 6:

**ESTUDIO DE MERCADO ELECTRICO
DISTRITO DE CHAZUTA**

AÑO: 1996

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 1996	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	V (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	3,960	668	253	43,89	305	80,318	320	14,056	7,560	2,831	104,754	120,468	36
Ramón Castilla	380	63	6	0,90	105	668	105	95	31	23	817	898	0
Bda. Chazutayacu	610	102	10	1,45	121	1,227	121	175	66	42	1,500	1,560	1
Tunurtunumba	830	99	10	1,40	123	1,176	120	168	64	40	1,437	1,581	1
Santa Rosa	460	77	8	1,10	111	864	111	122	39	29	1,044	1,148	0
Canayo	215	35	4	0,51	90	321	90	46	15	11	393	432	0
Llucanayacu	380	63	6	0,90	105	668	105	95	31	23	817	898	0
Shilcayo	650	108	11	1,55	123	1,331	123	190	61	46	1,628	1,791	1
Aguano Muyuna	750	125	13	1,79	128	1,600	128	229	73	55	1,957	2,152	1
TOTAL	7,985	1,331	331	53	1,208	88,162	1,223	15,176	7,908	3,100	114,347	131,020	41

AÑO: 1997

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 1997	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	V (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	4,108	685	274	46	308	84,469	324	14,782	7,940	2,978	110,169	126,694	38
Ramón Castilla	395	66	7	1	97	641	97	92	29	22	784	862	0
Bda. Chazutayacu	634	105	11	2	110	1,165	110	166	63	40	1,425	1,568	1
Tunurtunumba	614	102	10	1	109	1,117	109	160	61	38	1,365	1,503	1
Santa Rosa	478	80	8	1	102	816	102	117	37	28	998	1,097	0
Canayo	224	37	4	1	84	312	84	45	14	11	362	420	0
Llucanayacu	395	66	7	1	97	641	97	92	29	22	784	862	0
Shilcayo	676	113	11	2	112	1,253	112	180	59	43	1,544	1,698	1
Aguano Muyuna	790	130	13	2	115	1,513	115	216	69	52	1,850	2,035	1
TOTAL	8,304	1,384	344	66	1,137	91,937	1,162	15,849	8,281	3,234	119,301	136,739	42

CUADRO No. 6:

**ESTUDIO DE MERCADO ELECTRICO
DISTRITO DE CHAZUTA**

AÑO: 1998

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 1998	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONÓSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	Y (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	4,272	712	266	47.47	312	88,836	327	16,646	8,360	3,131	116,963	133,242	40
Ramón Castilla	411	69	7	0.98	98	673	98	96	31	23	824	906	0
Bda. Chazutayacu	660	110	11	1.57	111	1,226	111	176	66	42	1,497	1,647	1
Tunurtunumba	638	106	11	1.62	110	1,174	110	168	64	40	1,436	1,579	1
Santa Rosa	498	83	8	1.18	103	857	103	122	39	29	1,048	1,163	0
Canayo	233	39	4	0.65	65	328	65	47	15	11	401	441	0
Llucanayacu	411	69	7	0.98	98	673	98	96	31	23	824	906	0
Shilcayo	703	117	12	1.67	113	1,327	113	190	61	46	1,622	1,785	1
Aguano Muyuna	811	136	14	1.93	118	1,690	118	227	73	66	1,944	2,138	1
TOTAL	8,637	1,439	368	68	1,149	96,682	1,166	16,667	8,709	3,400	126,469	143,798	44

AÑO: 1999

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 1999	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONÓSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	Y (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	4,443	741	296	49	316	93,426	331	16,360	8,762	3,293	121,961	140,129	42
Ramón Castilla	427	71	7	1	99	708	99	101	32	24	866	962	0
Bda. Chazutayacu	686	114	11	2	113	1,287	113	184	69	44	1,573	1,731	1
Tunurtunumba	664	111	11	2	112	1,234	112	176	66	42	1,509	1,669	1
Santa Rosa	517	86	9	1	104	901	104	129	41	31	1,102	1,212	0
Canayo	242	40	4	1	66	346	66	49	16	12	421	464	0
Llucanayacu	427	71	7	1	99	708	99	101	32	24	866	962	0
Shilcayo	731	122	12	2	114	1,334	114	199	64	48	1,706	1,876	1
Aguano Muyuna	844	141	14	2	119	1,670	119	239	76	57	2,043	2,247	1
TOTAL	8,982	1,497	372	60	1,161	101,672	1,177	17,628	9,169	3,576	131,936	151,221	47

CUADRO No. 6:

**ESTUDIO DE MERCADO ELECTRICO
DISTRITO DE CHAZUTA**

AÑO : 2000

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2000	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	Y (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	4,821	770	308	51.34	319	99,255	335	17,195	9,235	3,453	128,149	147,372	44
Ramón Castilla	445	74	7	1.06	100	744	100	106	34	25	909	1,000	0
Bda. Chazutayacu	714	119	12	1.70	114	1,352	114	193	62	46	1,663	1,919	1
Tununtunumba	690	115	12	1.64	113	1,296	113	185	69	44	1,585	1,744	1
Santa Rosa	638	90	9	1.28	106	947	106	135	43	32	1,168	1,273	1
Canayo	252	42	4	0.60	85	352	86	62	17	12	443	487	0
Llucanayacu	445	74	7	1.06	100	744	100	106	34	25	909	1,000	0
Shilcayo	750	127	13	1.81	115	1,455	116	209	67	50	1,791	1,971	1
Aguano Muyuna	877	146	15	2.09	120	1,755	120	261	80	50	2,145	2,261	1
TOTAL	9,341	1,657	367	63	1,174	105,920	1,190	18,432	9,532	3,751	138,745	159,027	49

AÑO : 2001

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2001	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	Y (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	4,905	801	344	57	329	113,395	345	19,844	10,659	3,997	147,897	170,382	51
Ramón Castilla	462	77	25	4	138	3,453	138	495	169	119	4,235	4,558	2
Bda. Chazutayacu	742	124	40	6	157	6,297	157	900	289	216	7,700	8,470	3
Tununtunumba	719	120	39	6	155	6,037	155	952	275	207	7,383	8,121	3
Santa Rosa	660	93	30	4	145	4,408	145	630	202	151	5,391	5,930	2
Canayo	252	44	14	2	119	1,687	119	241	77	58	2,063	2,269	1
Llucanayacu	462	77	25	4	138	3,453	138	495	169	119	4,235	4,558	2
Shilcayo	791	132	43	6	169	6,823	169	975	312	234	8,343	9,178	4
Aguano Muyuna	912	152	49	7	165	8,175	165	1,168	374	280	9,997	10,995	4
TOTAL	9,715	1,619	610	95	1,507	163,749	1,523	25,609	12,504	5,381	197,243	224,262	73

CUADRO No. 6:

**ESTUDIO DE MERCADO ELECTRICO
DISTRITO DE CHAZUTA**

AÑO : 2002

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2002	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PROMOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	V (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	4,998	833	375	62.48	337	126,431	354	22,126	11,895	4,457	164,999	189,632	67
Ramón Castilla	481	80	28	4.01	142	3,936	142	571	183	137	4,987	5,375	2
Bda. Chazutayacu	772	129	45	6.43	161	7,296	161	1,038	332	249	8,985	9,774	4
Tununtunumba	747	124	44	6.22	160	6,956	160	996	318	239	8,519	9,371	4
Santa Rosa	682	97	34	4.86	160	5,037	160	727	233	174	6,221	6,843	3
Canayo	272	45	16	2.27	123	1,946	123	278	89	67	2,380	2,518	1
Llucanayacu	481	80	28	4.01	142	3,936	142	571	183	137	4,987	5,375	2
Shilcayo	822	137	48	6.86	164	7,873	164	1,126	360	270	9,629	10,590	4
Aguano Muyuna	949	158	55	7.91	170	9,433	170	1,348	431	323	11,535	12,689	5
TOTAL	10,104	1,684	673	105	1,551	172,936	1,567	28,777	14,013	6,053	221,839	252,268	82

AÑO : 2003

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2003	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PROMOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	V (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	5,198	866	412	69	346	142,632	354	24,943	13,398	5,024	165,997	213,781	64
Ramón Castilla	600	83	31	4	147	4,632	147	655	209	157	5,603	6,163	2
Bda. Chazutayacu	803	134	50	7	165	8,330	165	1,190	381	296	10,187	11,205	5
Tununtunumba	776	129	49	7	165	7,997	165	1,141	365	274	9,767	10,743	4
Santa Rosa	605	101	38	6	154	5,832	154	833	267	200	7,132	7,945	3
Canayo	283	47	18	3	125	2,231	125	319	102	77	2,729	3,001	1
Llucanayacu	600	83	31	4	147	4,632	147	655	209	157	5,603	6,163	2
Shilcayo	866	143	53	8	169	9,026	169	1,289	413	309	11,038	12,142	5
Aguano Muyuna	987	164	62	9	175	10,815	175	1,545	494	371	13,225	14,547	6
TOTAL	10,608	1,751	743	116	1,595	195,916	1,612	32,568	15,838	6,856	251,179	286,591	93

CUADRO No. 6:

**ESTUDIO DE MERCADO ELECTRICO
DISTRITO DE CHAZUTA**

AÑO : 2004

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2004	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONÓSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	V (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	5,406	901	459	76,58	367	164,237	376	29,741	15,438	5,739	214,206	246,337	74
Ramón Castilla	520	87	36	4,96	151	6,223	151	746	239	179	6,387	7,026	3
Bda. Chazutayacu	836	139	66	7,96	171	9,497	171	1,357	434	326	11,613	12,775	5
Tununtunumba	807	136	64	7,69	169	9,106	169	1,301	416	312	11,136	12,248	6
Santa Rosa	630	105	42	6,00	168	6,649	168	960	304	228	9,131	9,944	4
Canayo	294	49	20	2,80	130	2,644	130	363	116	87	3,111	3,422	1
Llucanayacu	520	87	36	4,96	151	6,223	151	746	239	179	6,387	7,026	3
Shilcayo	890	148	69	8,47	174	10,290	174	1,470	470	363	12,684	13,842	6
Aguano Muyuna	1,026	171	68	9,78	180	12,329	180	1,761	664	423	15,077	16,684	7
TOTAL	10,928	1,821	828	129	1,640	226,098	1,669	37,436	18,220	7,876	269,630	329,203	107

AÑO : 2005

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2005	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONÓSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	V (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	5,522	937	497	83	366	181,477	384	31,758	17,069	6,397	236,691	272,196	82
Ramón Castilla	541	90	38	6	166	5,926	166	846	271	203	7,246	7,970	3
Bda. Chazutayacu	868	145	61	9	176	10,774	176	1,639	493	369	13,176	14,492	6
Tununtunumba	840	140	69	8	174	10,329	174	1,476	472	364	12,631	13,894	6
Santa Rosa	666	109	46	7	163	7,643	163	1,078	345	269	9,224	10,146	4
Canayo	306	51	22	3	133	2,896	133	412	132	99	3,529	3,882	2
Llucanayacu	541	90	38	6	166	5,926	166	846	271	203	7,246	7,970	3
Shilcayo	926	164	66	9	179	11,674	179	1,668	634	400	14,275	16,703	6
Aguano Muyuna	1,067	178	76	11	186	13,996	186	1,938	639	480	17,103	18,814	8
TOTAL	11,366	1,894	903	141	1,682	260,619	1,701	41,622	20,216	8,764	321,120	366,067	119

CUADRO No. 6:

ESTUDIO DE MERCADO ELECTRICO
DISTRITO DE CHAZUTA

AÑO : 2006

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2006	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	Y (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	5,847	974	546	90.96	375	204,848	394	35,848	19,256	7,221	267,174	307,260	93
Ramón Castilla	562	94	42	6.03	189	6,692	159	956	305	229	8,184	9,002	4
Bda. Chazutayacu	903	160	68	9.67	180	12,168	180	1,738	555	417	14,880	16,368	7
Tununtunumba	873	146	66	9.36	179	11,667	179	1,667	533	400	14,267	15,693	6
Santa Rosa	681	113	51	7.30	157	8,519	157	1,217	389	292	10,418	11,460	5
Canayo	319	53	24	3.41	137	3,259	137	466	149	112	3,985	4,384	2
Llucanayacu	562	94	42	6.03	189	6,692	159	956	305	229	8,184	9,002	4
Shilcayo	952	160	72	10.31	183	13,185	183	1,884	503	452	16,123	17,735	7
Aguano Muyuna	1,110	185	83	11.69	190	15,797	190	2,257	722	542	19,318	21,260	9
TOTAL	11,820	1,970	994	165	1,725	282,829	1,745	46,989	22,821	9,836	362,533	412,145	135

AÑO : 2007

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2007	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	Y (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	6,091	1,013	588	98	383	225,372	403	39,440	21,185	7,944	293,942	338,033	102
Ramón Castilla	636	97	46	7	163	7,529	153	1,076	344	258	9,207	10,129	4
Bda. Chazutayacu	939	167	74	11	184	13,690	184	1,956	525	459	16,741	18,415	7
Tununtunumba	908	151	72	10	183	13,126	183	1,875	500	450	16,051	17,656	7
Santa Rosa	709	118	66	8	171	9,685	171	1,369	439	329	11,721	12,893	5
Canayo	331	55	26	4	140	3,657	140	524	169	126	4,484	4,933	2
Llucanayacu	595	97	46	7	163	7,529	153	1,076	344	258	9,207	10,129	4
Shilcayo	1,001	167	79	11	187	14,834	187	2,119	579	509	18,140	19,954	8
Aguano Muyuna	1,155	192	91	13	194	17,773	194	2,539	812	609	21,734	23,907	10
TOTAL	12,233	2,049	1,080	168	1,768	313,105	1,787	61,974	25,195	10,952	401,227	456,047	149

CUADRO No. 6:

**ESTUDIO DE MERCADO ELECTRICO
DISTRITO DE CHAZUTA**

AÑO : 2008

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2008	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONÓSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	Y (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	6,324	1,064	632	105.40	391	247,574	411	43,325	23,272	8,727	322,898	371,333	112
Ramón Castilla	608	101	50	7.10	165	8,229	166	1,176	375	262	10,063	11,069	4
Bda. Chazutayacu	977	163	60	11.39	188	14,952	189	2,137	684	513	18,296	20,125	8
Tununtunumba	945	167	77	11.02	185	14,345	186	2,049	656	492	17,542	19,295	8
Santa Rosa	736	123	60	8.69	174	10,475	174	1,496	479	359	12,909	14,090	6
Canayo	344	57	28	4.02	143	4,008	143	573	183	137	4,901	5,391	2
Llucanayacu	608	101	50	7.10	166	8,229	166	1,176	375	262	10,063	11,069	4
Shilcayo	1,041	173	65	12.14	191	15,212	191	2,316	741	656	19,525	21,907	9
Aguano Muyuna	1,201	200	98	14.01	198	19,424	198	2,775	888	656	23,752	25,128	11
TOTAL	12,794	2,131	1,160	181	1,802	343,456	1,821	67,023	27,665	12,014	440,148	600,308	164

AÑO : 2009

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2009	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONÓSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	Y (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	6,577	1,095	680	113	400	271,574	420	47,525	25,529	9,573	354,201	407,331	123
Ramón Castilla	633	105	54	8	170	9,208	170	1,315	421	316	11,260	12,385	5
Bda. Chazutayacu	1,016	169	87	12	192	16,742	192	2,392	765	574	20,473	22,520	9
Tununtunumba	932	164	84	12	190	15,051	190	2,290	734	550	19,528	21,591	9
Santa Rosa	766	128	66	9	179	11,721	178	1,674	535	402	14,333	15,765	6
Canayo	358	60	31	4	145	4,484	145	641	205	154	5,484	6,032	2
Llucanayacu	633	105	54	8	170	9,208	170	1,315	421	316	11,260	12,385	5
Shilcayo	1,082	180	50	13	195	18,140	195	2,591	829	622	22,183	24,401	10
Aguano Muyuna	1,249	208	107	15	203	21,734	203	3,105	994	745	25,578	29,235	12
TOTAL	13,295	2,216	1,255	196	1,943	379,953	1,853	62,852	30,433	13,251	485,399	651,549	181

CUADRO No. 6:

ESTUDIO DE MERCADO ELECTRICO DISTRITO DE CHAZUTA

AÑO : 2010

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2010	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	Y (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	6,840	1,140	735	122.55	409	300,493	429	52,586	28,246	10,632	391,917	450,705	135
Ramón Castilla	658	110	68	8.20	173	10,033	173	1,433	459	344	12,269	13,495	5
Bda. Chazutayacu	1,056	175	93	13.33	195	18,242	195	2,606	834	625	22,307	24,538	10
Tununtunumba	1,022	170	90	12.89	194	17,490	194	2,499	800	600	21,387	23,526	9
Santa Rosa	797	133	70	10.06	182	12,771	182	1,824	584	438	15,617	17,179	7
Canayo	372	62	33	4.70	149	4,886	149	698	223	158	5,975	6,573	3
Llucanayacu	658	110	68	8.20	173	10,033	173	1,433	459	344	12,269	13,495	5
Shilcayo	1,126	189	99	14.20	199	19,766	199	2,824	904	678	24,171	25,588	11
Aguano Muyuna	1,299	216	116	16.39	206	23,682	206	3,363	1,083	812	28,959	31,685	13
TOTAL	13,827	2,305	1,363	211	1,878	417,394	1,899	69,286	33,690	14,600	534,871	607,954	199

AÑO : 2011

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2011	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	Y (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	7,114	1,195	763	130	415	325,498	437	55,962	30,597	11,474	424,531	483,211	147
Ramón Castilla	694	114	63	9	175	11,047	176	1,578	505	379	13,509	14,960	6
Bda. Chazutayacu	1,099	183	101	14	199	20,086	199	2,869	918	689	24,563	27,019	11
Tununtunumba	1,063	177	97	14	199	19,258	199	2,751	890	650	23,690	25,905	10
Santa Rosa	628	138	76	11	185	14,063	185	2,009	643	482	17,197	18,916	8
Canayo	387	65	35	5	162	5,380	162	769	245	184	6,573	7,237	3
Llucanayacu	694	114	63	9	175	11,047	176	1,578	505	379	13,509	14,960	6
Shilcayo	1,171	195	107	15	203	21,764	203	3,109	995	746	25,615	29,275	12
Aguano Muyuna	1,351	225	124	18	211	25,077	211	3,725	1,192	894	31,898	35,077	14
TOTAL	14,381	2,397	1,449	226	1,916	454,222	1,936	75,351	36,481	15,897	581,942	661,362	217

CUADRO No. 6:

**ESTUDIO DE MERCADO ELECTRICO
DISTRITO DE CHAZUTA**

AÑO : 2012

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2012	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	Y (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	7,398	1,233	820	136.66	422	345,658	443	60,490	32,492	12,184	460,824	618,448	166
Ramón Castilla	712	119	66	9.49	179	11,876	179	1,697	543	407	14,522	16,975	6
Bda. Chazutayacu	1,143	190	107	15.23	202	21,833	202	3,086	987	740	26,405	29,046	12
Tununtunumba	1,105	184	103	14.73	201	20,702	201	2,967	946	710	25,316	27,947	11
Santa Rosa	862	144	80	11.49	188	15,117	188	2,160	691	618	18,486	20,335	8
Canayo	403	67	38	5.37	154	5,794	154	826	264	198	7,073	7,780	3
Llucanayacu	712	119	66	9.49	179	11,876	179	1,697	543	407	14,522	16,975	6
Shilcayo	1,217	203	114	16.23	206	23,336	206	3,242	1,070	802	28,510	31,471	13
Aguano Muyuna	1,405	234	131	18.73	214	28,032	214	4,005	1,281	951	34,279	37,707	15
TOTAL	14,956	2,493	1,625	237	1,944	484,033	1,965	80,268	38,818	16,929	620,038	704,683	231

AÑO : 2013

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2013	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	Y (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	7,694	1,282	859	143	427	367,039	449	64,232	34,502	12,938	478,711	650,517	166
Ramón Castilla	740	123	70	10	181	12,761	181	1,823	583	438	15,605	17,166	7
Bda. Chazutayacu	1,188	198	113	16	205	23,202	206	3,316	1,061	796	28,373	31,210	13
Tununtunumba	1,149	192	109	16	204	22,246	204	3,178	1,017	763	27,203	29,923	12
Santa Rosa	896	149	85	12	191	16,244	191	2,321	743	667	19,664	21,951	9
Canayo	419	70	40	6	156	6,215	156	888	284	213	7,600	8,360	3
Llucanayacu	740	123	70	10	181	12,761	181	1,823	583	438	15,605	17,166	7
Shilcayo	860	108	62	9	175	10,829	175	1,647	495	371	13,243	14,567	6
Aguano Muyuna	1,461	243	139	20	217	30,122	217	4,303	1,377	1,033	36,635	40,518	16
TOTAL	14,938	2,490	1,647	242	1,939	601,419	1,960	83,429	40,646	17,646	643,038	731,278	238

CUADRO No. 6:

**ESTUDIO DE MERCADO ELECTRICO
DISTRITO DE CHAZUTA**

AÑO : 2014

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2014	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	V (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	8,002	1,334	900	150.04	433	389,716	455	69,200	36,633	13,737	609,286	664,529	176
Ramón Castilla	770	128	74	10.64	184	13,668	184	1,937	620	466	16,579	18,237	7
Bda. Chazutayacu	1,236	206	118	16.92	208	24,651	208	3,622	1,127	845	30,146	33,160	13
Tununtunumba	1,195	199	116	16.36	206	23,636	206	3,376	1,090	810	28,902	31,792	13
Santa Rosa	932	165	69	12.76	193	17,269	193	2,466	789	632	21,106	23,215	9
Canayo	436	73	42	6.96	168	6,603	168	943	302	226	8,075	8,862	4
Liucanayacu	770	128	74	10.64	184	13,668	184	1,937	620	466	16,579	18,237	7
Shilcayo	1,317	219	126	18.03	212	26,711	212	3,816	1,221	916	32,663	36,330	14
Aguano Muyuna	1,519	253	146	20.80	220	32,003	220	4,672	1,463	1,097	39,135	43,048	17
TOTAL	16,176	2,635	1,664	262	1,998	647,632	2,020	90,768	43,866	19,154	701,469	797,031	261

AÑO : 2015

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2015	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	V (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	8,322	1,387	943	157	439	413,763	461	72,409	39,894	14,666	639,651	690,598	187
Ramón Castilla	801	133	77	11	186	14,403	186	2,058	668	494	17,613	19,374	8
Bda. Chazutayacu	1,286	214	124	18	211	26,198	211	3,741	1,197	898	32,024	35,227	14
Tununtunumba	1,243	207	120	17	209	26,108	209	3,667	1,148	861	30,704	33,774	14
Santa Rosa	969	162	94	13	196	18,336	196	2,619	838	629	22,421	24,663	10
Canayo	453	76	44	6	160	7,016	160	1,002	321	241	8,578	9,436	4
Liucanayacu	801	133	77	11	186	14,403	186	2,058	668	494	17,613	19,374	8
Shilcayo	1,369	228	132	19	214	28,376	214	4,054	1,297	973	34,700	38,170	15
Aguano Muyuna	1,630	263	163	22	223	33,938	223	4,867	1,664	1,166	41,575	45,732	18
TOTAL	16,823	2,804	1,766	276	2,024	681,630	2,045	96,364	46,666	20,339	744,878	846,349	278

CUADRO No. 6:

**ESTUDIO DE MERCADO ELECTRICO
DISTRITO DE CHAZUTA**

AÑO : 2016

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2016	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	Y (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	8,656	1,442	968	164.68	445	439,254	467	76,871	41,291	15,484	572,911	699,947	193
Ramón Castilla	833	139	81	11.60	188	15,300	188	2,186	699	625	18,709	20,580	8
Bda. Chazutayacu	1,337	223	130	18.62	213	27,818	213	3,974	1,272	954	34,018	37,420	15
Tununtunumba	1,293	215	126	18.01	212	26,671	212	3,810	1,219	914	32,615	35,877	14
Santa Rosa	1,008	168	98	14.04	198	19,476	198	2,762	890	668	23,916	26,198	11
Canayo	471	79	46	6.66	162	7,461	162	1,064	341	256	9,112	10,023	4
Llucanayacu	833	139	81	11.60	188	15,300	188	2,186	699	625	18,709	20,580	8
Shilcayo	1,424	237	139	19.84	217	30,142	217	4,306	1,378	1,033	36,860	40,546	16
Aguano Muyuna	1,643	274	160	22.89	225	36,114	225	5,169	1,651	1,238	44,163	48,679	20
TOTAL	17,496	2,916	1,860	288	2,049	617,638	2,072	102,339	49,440	21,696	790,913	899,660	236

AÑO : 2017

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2017	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	Y (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	9,001	1,500	1,036	173	450	466,306	473	81,603	43,833	16,437	609,179	699,405	211
Ramón Castilla	866	144	86	12	191	16,251	191	2,322	743	657	19,872	21,869	9
Bda. Chazutayacu	1,390	232	137	20	216	29,647	216	4,221	1,361	1,013	36,132	39,745	16
Tununtunumba	1,344	224	132	19	214	28,329	214	4,047	1,295	971	34,642	38,105	15
Santa Rosa	1,048	175	103	15	201	20,696	201	2,966	946	709	25,296	27,925	11
Canayo	490	82	48	7	164	7,916	164	1,131	362	271	9,678	10,646	4
Llucanayacu	866	144	86	12	191	16,251	191	2,322	743	657	19,872	21,869	9
Shilcayo	1,481	247	146	21	220	32,016	220	4,674	1,464	1,098	39,160	43,065	17
Aguano Muyuna	1,709	285	168	24	228	38,369	228	5,480	1,754	1,315	46,907	51,598	21
TOTAL	18,196	3,033	1,939	302	2,076	666,668	2,098	108,664	62,489	22,929	839,730	954,112	313

CUADRO No. 6:

**ESTUDIO DE MERCADO ELECTRICO
DISTRITO DE CHAZUTA**

AÑO : 2018

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2018	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	V (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	9,361	1,560	1,084	180.72	465	494,979	479	86,621	46,523	17,448	645,575	742,411	224
Ramón Castilla	901	160	89	12.76	193	17,259	193	2,466	789	692	21,105	23,216	9
Bda. Chazutayacu	1,446	241	143	20.48	219	31,381	219	4,483	1,435	1,076	38,374	42,212	17
Tununtunumba	1,398	233	139	19.81	217	30,087	217	4,298	1,375	1,032	36,792	40,471	16
Santa Rosa	1,090	182	108	15.44	203	21,970	203	3,139	1,004	753	26,866	29,663	12
Canayo	610	85	61	7.22	166	8,406	166	1,201	384	298	10,279	11,307	5
Llucanayacu	901	160	89	12.76	193	17,259	193	2,466	789	692	21,105	23,216	9
Shilcayo	1,640	257	163	21.82	223	34,002	223	4,857	1,554	1,166	41,580	45,738	18
Aguano Muyuna	1,777	296	176	25.18	231	40,739	231	6,620	1,862	1,397	49,618	54,600	22
TOTAL	18,924	3,164	2,033	316	2,102	696,080	2,125	115,350	65,721	24,343	891,495	1,012,923	332

AÑO : 2019

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2019	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	V (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	9,736	1,623	1,136	189	463	625,378	486	91,941	49,385	18,620	685,225	788,008	237
Ramón Castilla	937	166	94	13	195	18,328	196	2,618	839	628	22,413	24,654	10
Bda. Chazutayacu	1,603	261	160	21	222	33,325	222	4,761	1,523	1,143	40,752	44,827	18
Tununtunumba	1,454	242	145	21	220	31,951	220	4,564	1,461	1,095	39,071	42,978	17
Santa Rosa	1,134	189	113	16	206	23,331	206	3,333	1,067	800	28,531	31,384	13
Canayo	630	88	63	8	168	8,926	168	1,275	408	306	10,916	12,007	5
Llucanayacu	937	166	94	13	195	18,328	196	2,618	839	628	22,413	24,654	10
Shilcayo	1,602	267	160	23	225	36,109	225	5,158	1,651	1,238	44,156	48,572	20
Aguano Muyuna	1,849	308	185	26	234	43,253	234	6,180	1,978	1,483	52,905	58,195	23
TOTAL	19,681	3,280	2,130	331	2,129	739,941	2,152	122,460	69,148	25,842	946,381	1,076,280	363

CUADRO No. 6:

**ESTUDIO DE MERCADO ELECTRICO
DISTRITO DE CHAZUTA**

AÑO: 2020

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2020	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONÓSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	V (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	10,126	1,688	1,190	198.28	469	667,609	492	97,692	62,415	19,656	727,262	836,361	262
Ramón Castilla	974	162	98	14.03	198	19,452	198	2,760	890	667	23,800	26,180	11
Bda. Chazutayacu	1,564	261	168	22.62	224	35,937	224	5,066	1,618	1,213	43,273	47,600	19
Tununtunumba	1,512	262	162	21.79	222	33,927	222	4,847	1,651	1,163	41,488	45,637	18
Santa Rosa	1,179	197	119	16.98	208	24,776	208	3,638	1,133	849	30,295	33,325	13
Canayo	651	92	66	7.94	171	9,479	171	1,364	433	326	11,691	12,760	5
Llucanayacu	974	162	98	14.03	198	19,452	198	2,760	890	667	23,800	26,180	11
Shilcayo	1,666	278	168	24.00	228	38,343	228	5,478	1,763	1,315	46,888	51,675	21
Aguano Muyuna	1,922	320	194	27.69	237	45,940	237	6,663	2,100	1,575	56,178	61,795	25
TOTAL	20,468	3,411	2,233	347	2,166	784,394	2,160	129,978	62,782	27,431	1,004,675	1,141,395	375

AÑO: 2021

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2021	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONÓSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	V (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	10,630	1,766	1,246	208	475	691,779	499	103,661	66,627	20,850	771,928	887,602	267
Ramón Castilla	1,013	169	103	15	201	20,666	201	2,962	946	708	25,270	27,797	11
Bda. Chazutayacu	1,626	271	166	24	227	37,673	227	5,368	1,718	1,298	45,946	50,641	20
Tununtunumba	1,573	262	160	23	226	36,023	226	5,146	1,647	1,236	44,061	48,466	19
Santa Rosa	1,226	204	125	18	211	26,306	211	3,768	1,203	902	32,167	36,384	14
Canayo	673	96	68	8	173	10,064	173	1,438	460	346	12,307	13,638	6
Llucanayacu	1,013	169	103	15	201	20,666	201	2,962	946	708	25,270	27,797	11
Shilcayo	1,733	289	176	26	231	40,711	231	5,816	1,861	1,396	49,784	54,763	22
Aguano Muyuna	1,999	333	203	29	240	48,778	240	6,968	2,230	1,672	59,648	66,613	26
TOTAL	21,287	3,648	2,340	364	2,184	832,662	2,207	137,969	66,634	29,116	1,066,271	1,211,490	398

CUADRO No. 6:

**ESTUDIO DE MERCADO ELECTRICO
DISTRITO DE CHAZUTA**

AÑO : 2022

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2022	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	V (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	10,951	1,826	1,306	217.50	481	628,003	506	109,901	69,032	22,137	819,073	941,904	284
Ramón Castilla	1,054	176	108	15.43	203	21,939	203	3,134	1,003	752	26,828	29,511	12
Bda. Chazutayacu	1,691	292	173	24.76	230	39,890	230	6,659	1,824	1,358	49,780	63,668	22
Tununtunumba	1,636	273	168	23.96	228	38,245	228	6,454	1,748	1,311	46,769	61,445	21
Santa Rosa	1,275	213	131	18.67	214	27,928	214	3,990	1,277	958	34,151	37,567	15
Canayo	596	99	61	8.73	175	10,635	175	1,526	488	366	13,066	14,373	6
Llucanayacu	1,054	176	108	15.43	203	21,939	203	3,134	1,003	752	26,828	29,511	12
Shilcayo	1,802	300	185	26.29	234	43,222	234	6,175	1,975	1,452	62,855	68,140	23
Aguano Muyuna	2,079	347	213	30.45	243	51,786	243	7,398	2,367	1,776	63,327	69,660	28
TOTAL	22,138	3,690	2,452	391	2,211	683,638	2,235	146,420	70,718	30,902	1,131,679	1,285,800	422

AÑO : 2023

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2023	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	V (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	11,399	1,898	1,367	228	488	666,403	512	116,520	62,642	23,491	869,156	999,529	301
Ramón Castilla	1,096	183	113	16	205	23,291	206	3,327	1,065	799	28,481	31,329	13
Bda. Chazutayacu	1,759	293	182	26	233	42,347	233	6,060	1,935	1,452	51,795	66,963	23
Tununtunumba	1,701	294	176	26	231	40,601	231	5,800	1,855	1,332	49,549	64,514	22
Santa Rosa	1,325	221	137	20	215	29,548	216	4,205	1,385	1,016	35,256	39,880	16
Canayo	620	103	64	9	177	11,343	177	1,520	519	389	13,871	15,268	6
Llucanayacu	1,096	183	113	16	205	23,291	206	3,327	1,065	799	28,481	31,329	13
Shilcayo	1,874	312	194	28	237	45,885	237	6,665	2,098	1,573	66,111	61,722	25
Aguano Muyuna	2,153	360	223	32	245	54,976	246	7,854	2,513	1,885	67,228	73,951	30
TOTAL	23,024	3,837	2,569	400	2,239	937,794	2,254	155,389	75,048	32,795	1,201,016	1,364,575	448

CUADRO No. 6:

**ESTUDIO DE MERCADO ELECTRICO
DISTRITO DE CHAZUTA**

AÑO : 2024

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2024	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	V (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	11,845	1,974	1,431	238.54	494	707,106	519	123,744	66,468	24,925	922,243	1,060,680	319
Ramón Castilla	1,140	190	119	16.96	208	24,723	208	3,632	1,130	848	30,233	33,255	13
Bda. Chazutayacu	1,829	305	191	27.22	236	44,952	236	6,422	2,065	1,641	54,970	60,457	24
Tununtunumba	1,769	295	184	26.33	234	43,038	234	6,157	1,970	1,478	52,703	57,973	23
Santa Rosa	1,379	230	144	20.53	219	31,471	219	4,496	1,439	1,079	38,485	42,333	17
Canayo	645	107	57	9.69	179	12,041	179	1,720	560	413	14,724	16,197	7
Llucanayacu	1,140	190	119	16.96	208	24,723	208	3,632	1,130	848	30,233	33,255	13
Shilcayo	1,949	325	203	29.01	240	48,707	240	6,958	2,227	1,670	59,562	65,518	26
Aguano Muyuna	2,249	375	234	33.47	249	69,358	249	8,337	2,668	2,001	71,353	78,499	32
TOTAL	23,945	3,991	2,662	419	2,268	995,179	2,292	164,897	79,637	34,802	1,274,515	1,448,079	475

AÑO : 2025

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2025	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	V (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	12,319	2,053	1,499	250	501	750,250	525	131,294	70,523	25,446	978,514	1,125,291	339
Ramón Castilla	1,185	198	124	18	211	26,242	211	3,749	1,200	900	32,090	35,299	14
Bda. Chazutayacu	1,902	317	200	29	239	47,713	239	6,816	2,181	1,636	58,345	64,181	26
Tununtunumba	1,840	307	189	28	237	45,745	237	6,636	2,091	1,568	55,940	61,534	25
Santa Rosa	1,435	239	151	22	222	33,404	222	4,772	1,527	1,145	40,849	44,934	18
Canayo	671	112	70	10	182	12,790	182	1,826	584	438	15,529	17,191	7
Llucanayacu	1,185	198	124	18	211	26,242	211	3,749	1,200	900	32,090	35,299	14
Shilcayo	2,027	338	213	30	243	51,633	243	7,396	2,363	1,773	63,220	69,542	28
Aguano Muyuna	2,339	390	246	35	252	61,942	252	8,849	2,832	2,124	75,746	83,321	33
TOTAL	24,902	4,150	2,820	439	2,295	1,066,017	2,321	174,975	84,501	36,930	1,352,423	1,536,591	504

CUADRO No. 6:

**ESTUDIO DE MERCADO ELECTRICO
DISTRITO DE CHAZUTA**

AÑO : 2026

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2026	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	V (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	12,811	2,135	1,659	259.79	506	789,027	532	139,060	74,169	27,813	1,029,089	1,163,462	366
Ramón Castilla	1,232	205	130	18.63	214	27,851	214	3,979	1,273	955	34,068	37,464	15
Bda. Chazutayacu	1,978	330	209	29.91	242	60,639	242	7,234	2,315	1,736	61,925	68,117	27
Tununtunumba	1,914	319	203	28.93	240	48,651	240	6,906	2,219	1,665	59,371	65,308	26
Santa Rosa	1,492	249	158	22.56	225	35,453	225	5,055	1,521	1,216	43,354	47,590	19
Canayo	697	116	74	10.54	184	13,654	184	1,938	620	465	16,587	18,246	7
Llucanayacu	1,232	205	130	18.63	214	27,851	214	3,979	1,273	955	34,068	37,464	15
Shilcayo	2,108	351	223	31.87	245	54,870	245	7,639	2,508	1,881	67,098	73,808	30
Aguano Muyuna	2,433	405	257	36.78	255	65,741	255	9,352	3,005	2,254	80,392	88,431	35
TOTAL	25,939	4,316	2,944	468	2,324	1,113,549	2,350	184,440	89,004	38,940	1,425,933	1,619,980	532

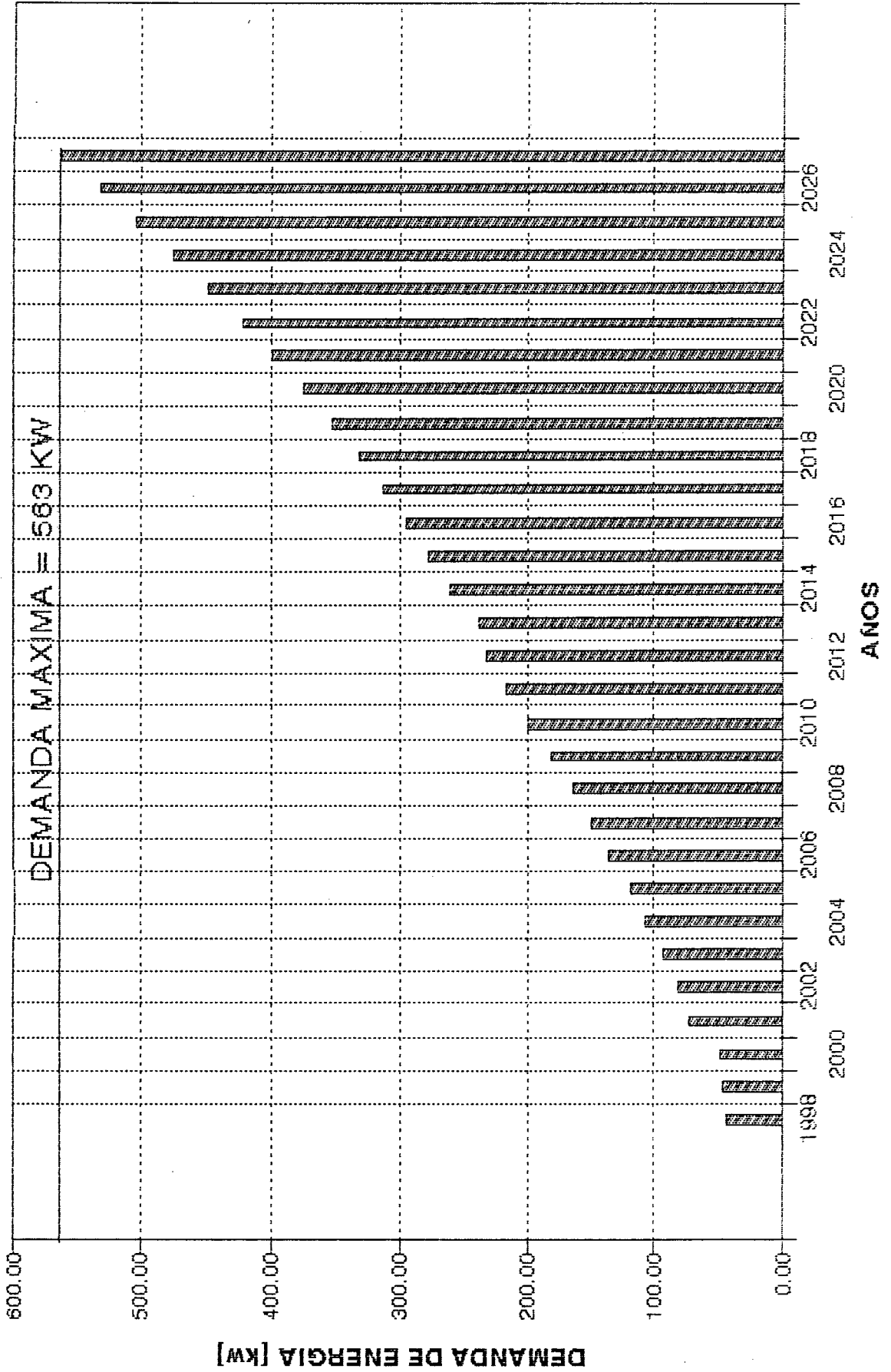
AÑO : 2027

LOCALIDAD	POBLAC. AÑO 2027	No. VIVIENDAS	No. ABONADOS		PRONOSTICO DE CONSUMO								
			DOMEST.	COMERC.	V (kwh/año/ abonado)	DOMEST. (kwh)	C.U.C	COMERC. (kwh)	INDUST. (kwh)	CARGAS ESPECIALES (kwh)	NETO TOTAL (kwh)	BRUTO TOTAL (kwh)	MAXIMA DEMANDA (kw)
Chazuta	13,324	2,221	1,628	271	512	804,194	538	145,954	78,414	29,405	1,087,997	1,251,195	377
Ramón Castilla	1,282	214	137	20	216	29,657	216	4,222	1,351	1,013	36,144	39,759	16
Bda. Chazutayacu	2,058	343	219	31	245	63,741	245	7,577	2,457	1,843	65,718	72,290	29
Tununtunumba	1,990	332	212	30	243	51,525	243	7,351	2,355	1,757	63,008	69,309	28
Santa Rosa	1,652	259	165	24	227	37,525	227	5,375	1,720	1,290	46,010	50,511	20
Canayo	725	121	77	11	185	14,395	185	2,055	658	494	17,503	19,354	8
Llucanayacu	1,282	214	137	20	216	29,657	216	4,222	1,351	1,013	36,144	39,759	16
Shilcayo	2,193	365	234	33	249	68,231	249	8,319	2,652	1,995	71,208	78,329	31
Aguano Muyuna	2,530	422	270	39	259	69,758	259	9,957	3,189	2,392	85,315	93,848	38
TOTAL	25,934	4,489	3,080	479	2,353	1,178,833	2,379	195,184	94,159	41,213	1,509,149	1,714,453	553

ESTUDIO DE MERCADO ELECTRICO (RESUMEN)

AÑO	DEMANDA DE ENERGIA [kw]
1998	44
1999	47
2000	49
2001	73
2002	82
2003	93
2004	107
2005	119
2006	135
2007	149
2008	164
2009	181
2010	199
2011	217
2012	231
2013	238
2014	261
2015	278
2016	295
2017	313
2018	332
2019	353
2020	375
2021	398
2022	422
2023	448
2024	475
2025	504
2026	532
2027	563

GRAFICO No. 01: ESTUDIO DE MERCADO ELECTRICO DISTRITO CHAZUTA



CAPITULO III

ESTUDIOS BASICOS

3.1 HIDROLOGIA DE LA ZONA

3.1.1 INTRODUCCION

La cantidad de agua que traen los ríos varía a lo largo del año. Esta variación del caudal es función de múltiples factores entre los que destacan: el área de la cuenca, las condiciones climáticas existentes, la topografía del terreno y las características geológicas de la cuenca. (Bibl. 14)

Dentro de este contexto, la fuente de abastecimiento de agua para el proyecto lo constituye la quebrada de TUNUNTUNUMBA, que hidrográficamente pertenece a la cuenca del Huallaga, del cual es tributario en su margen derecha..

El Plano No. 2, muestra la ubicación de la quebrada objeto de estudio y de las zonas aledañas.

El Estudio Hidrológico de la cuenca nos permite conocer si un año es muy seco o muy lluvioso, o hasta que niveles el caudal puede bajar en el río en épocas de estiaje, y contrariamente hasta qué niveles el caudal podría subir en tiempo de avenidas.

Todas estas incógnitas y muchas otras se podrían dilucidar, pero debido a que la hidrología no es una ciencia exacta, por lo general las respuestas se dan en forma de **PROBABILIDADES DE OCURRENCIA**. (Bibl. 13)

Asimismo, la información Hidrológica disponible para realizar el presente estudio es muy escasa ya que no se cuenta con información de aforos de la quebrada de Tununtunumba. Sin embargo, existen de precipitaciones registradas en estaciones Pluviométricas cercanas a la zona en estudio, lo que implica el empleo de métodos indirectos (estadísticos) de análisis.

3.1.2 DESCRIPCION DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA

Un dato muy importante en todo estudio de hidrología es el **AREA DE LA CUENCA**. Una cuenca de gran área tendrá una tendencia menor a tener picos pronunciados en los caudales de avenidas que en una cuenca pequeña. Además en una cuenca de mayor área los valores del escurrimiento mínimo en el año serán mayores que en pequeñas cuencas debido a una mayor cantidad de acuíferos subterráneos y a la menor influencia de las lluvias locales. (Bibl. 13)

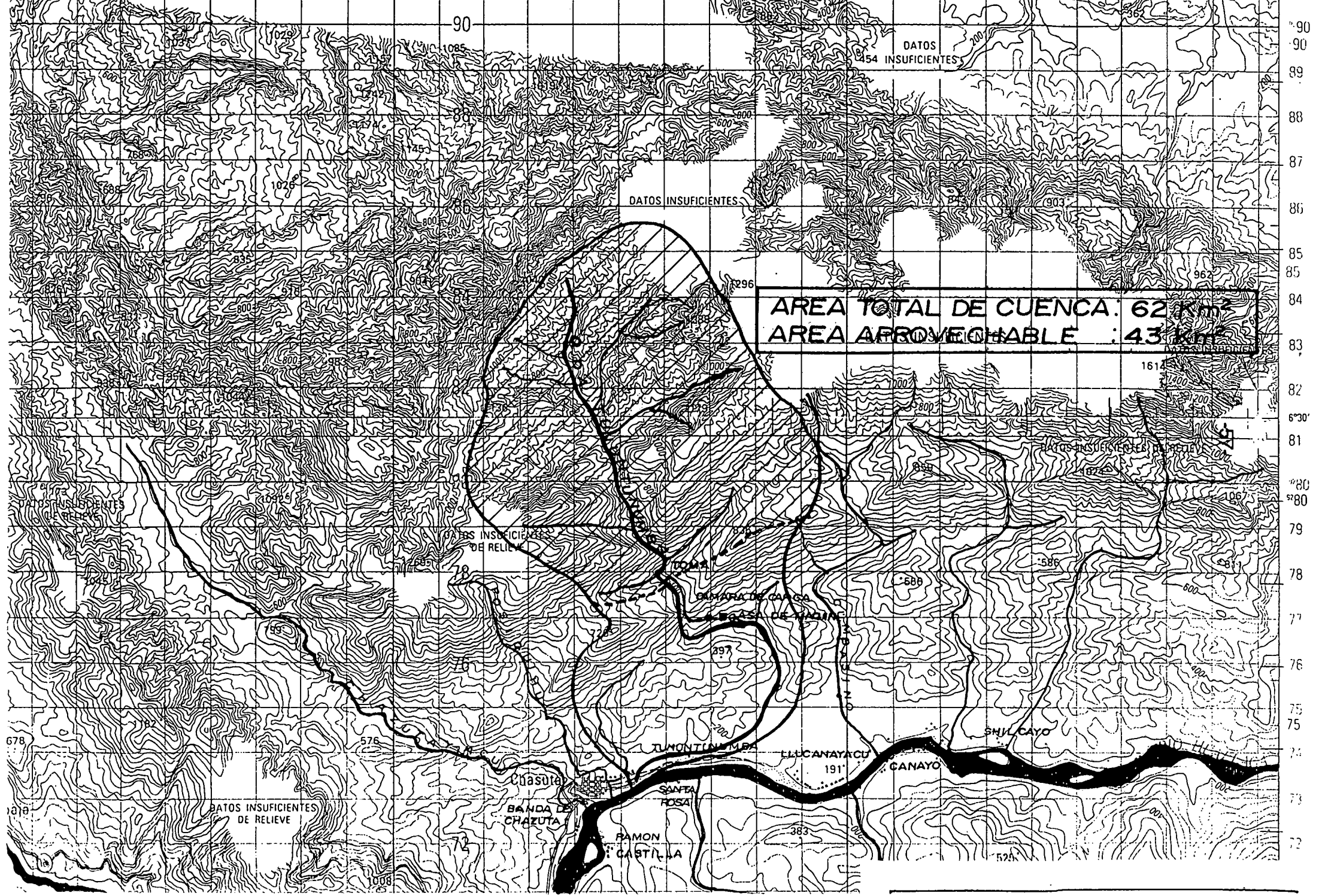
El Area Total de la Cuenca de la quebrada Tununtunumba es de 62 km², de las cuales el Area aprovechable para el proyectos es de 43 km².

La cuenca se encuentra ubicada entre los paralelos: 6°30' a 6°35' de Latitud Sur y los meridianos de 76°11' a 76°16' de Longitud Oeste como se muestra en el Plano No. 2 .

El sistema hidrográfico está constituido por pequeños afluentes originados en la parte alta de la cuenca a elevaciones cercanas a los 1000 msnm., desplazándose hacia las partes bajas donde alcanzan el cauce principal. Su relieve es medianamente accidentado y cubierto en su totalidad por bosques naturales. El desarrollo de la quebrada se presenta con una pendiente menor que 2%, desde su confluencia con el río Huallaga hasta la cotã de 270 msnm.; a partir de la cual muestra pendientes muy pronunciadas que varían de 3% hasta 80%, encontrándose en este tramo una Catarata, que dicho sea de paso, es un **LUGAR TURISTICO** de la región San Martín.

Las pendientes laterales son muy pronunciadas en la zona alta, alcanzando muchas veces a tener una pendiente de 100%.

Para la delimitación de la Cuenca se utilizó el Mapa elaborado y publicado por Defense Mapping Agency Hydrographic /Topographic Center - Washinton, D.C. denominado UTCURARCA - PERU 1657 J632 Edición 1-DMA. a escala 1/100,000, obtenido en el IGN. en la ciudad de Lima (Plano No. 2).



La forma de la cuenca, es importante porque ello determina la distribución de las descargas de agua a lo largo del curso principal y es en gran parte responsable de las características de las crecientes que presentan las mismas.

Existen algunos parámetros físicos para describir las características de la cuenca, los cuales nos proporcionan cierta información para tener una visión cualitativa del comportamiento hidrológico de la cuenca, entre ellos tenemos:

A.- COEFICIENTE DE COMPACIDAD (Kc)

Conocido también como Índice de GRAVELIUS, este parámetro constituye la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia cuya área - igual a la de un círculo - es equivalente al área de la cuenca en estudio.

$$Kc = \frac{0.28 \times P}{\sqrt{A}} \quad \dots \text{ (Bibl. 9)}$$

Siendo:

Kc= Coeficiente de Compacidad

P = Perímetro de la Cuenca = 29 Km.

A = Area total de la Cuenca = 62 Km²

Luego:

$$K_c = 1.03$$

Una Cuenca se aproximará a una forma circular cuando el valor K_c se acerque a la unidad. Si este coeficiente fuera igual a la unidad, significará que habrá mayores oportunidades de crecientes debido a que los Tiempos de Concentración, T_c (duración necesaria para que una gota de agua que cae en el punto más alejado de aquella, llegue a la salida o desembocadura), de los diferentes puntos de la cuenca serían iguales; generalmente en cuencas muy alargadas el valor K_c , es mayor que 2.

El Coeficiente de Compacidad es un indicador del grado de irregularidad de una cuenca, dado que no intervienen otros factores.

El Valor de $K_c = 1.03$, indica que la Cuenca de la quebrada Tununtunumba es un tanto regular, pudiendo estar sujeta a crecientes un poco bruscas (obviamente dependiendo también de la precipitación), esto en razón de que un valor cercano a la unidad corresponde a una cuenca circular en donde la respuesta hidrológica es rápida.

B.- FACTOR DE FORMA (Ff)

Es la relación entre el ancho medio de la cuenca (A_m) y la longitud del curso de agua más largo (L). El ancho medio de la cuenca se obtiene dividiendo el área de la misma entre la longitud del curso del agua más largo.

$$Ff = \frac{A}{L^2} \quad \dots(\text{Bibl. 9})$$

Siendo:

Ff = Factor de Forma

A = Area Total de la Cuenca = 62 km²

L = Longitud del curso más largo = 51 km.

Luego:

$$Ff = 0.02$$

Una Cuenca con Factor de Forma bajo, está sujeta a menos crecientes que otra del mismo tamaño pero con Ff mayor. Es adimensional.

El Factor de Forma $Ff=0.02$, nos indica que la oportunidad de crecientes es mayor que en otra del mismo tamaño pero de Ff menor.

C.- DENSIDAD DE DRENAJE (Dd)

Este parámetro indica la relación entre la longitud total de los cursos de agua (Li) y el área total de drenaje para el proyecto:

$$Dd = \frac{Li}{A} \quad \dots\dots(\text{Bibl. 9})$$

Siendo:

Dd = Densidad de drenaje

Li = Longitud total de los cursos de agua = 51 km

A = Area Total de la Cuenca = 62 km²

Luego:

$$Dd = 0.82$$

Valores altos de este parámetro reflejan una cuenca muy bien drenada que debería responder relativamente rápido al influjo de la precipitación; una cuenca con baja densidad refleja un área pobremente drenada con respuesta hidrológica muy lenta.

La baja densidad de drenaje es favorecida en regiones donde el material del subsuelo es altamente resistente bajo una cubierta de vegetación muy densa y de relieve plano.

La Dd = 0.82, reflejaría que es una cuenca bien drenada y de respuesta hidrológica rápida.

3.1.3 INFORMACION HIDROMETEOROLOGICA

La hidrometeorología de la cuenca del río Huallaga está controlada a través de 29 estaciones, 08 de las cuales son meteorológicas, 06 hidrométricas y 15 pluviométricas.

La mayoría de las estaciones meteorológicas y pluviométricas se encuentran operativas, sin embargo en el caso de las estaciones hidrométricas, solamente en la de Shanao y Sauce se vienen registrando información. Todas estas estaciones están a cargo del Oficina Zonal del Servicio Nacional de Meteorología e hidrología (SENAMHI). (Bibl. 9)

3.1.3.1 PLUVIOMETRIA

La mayoría de las estaciones pluviométricas cuentan con información desde 1,964 hasta 1995 con excepción de Tabalosos y Shanusi, que carecen de algunos años de registro.

La información disponible comprende los registros de precipitaciones diaria, mensual, anual y máximas diarias.

Las estaciones pluviométricas se encuentran en las cuencas de los ríos Mayo, Sisa, Shanusi, Cainarachi y Huallaga.

Para el proyecto en estudio tomaremos únicamente las estaciones más cercanas a la cuenca, es decir, las estaciones del Porvenir, Sauce y Chazuta por tratarse de un Estudio de Prefactibilidad (Ver Cuadros Nos. 7, 8 y 9).

3.1.3.2HIDROMETRIA

En toda la cuenca del río Huallaga existen 06 estaciones hidrométricas, en los afluentes Sisa, Cumbaza, Mayo, Biabo, Gera y Laguna de Sauce.

En la Microcuenca de la quebrada de Tununtunumba no existen datos de aforo.

3.1.3.3METEOROLOGIA

Las estaciones meteorológicas registran datos de temperatura, evaporación, humedad relativa, viento y algunas registran adicionalmente datos pluviométricos. La cuenca del río Huallaga cuenta con 08 estaciones meteorológicas ubicadas en los distritos de Bellavista, Juanjuí, Pachiza, Juan Guerra, Alto Biavo, San José de Sisa, Lamas y Sauce. (Bibl. 9)

La estación más cercana a la cuenca en estudio y la más confiable está ubicada en el distrito de Juan Guerra, específicamente en la Granja Experimental EL PORVENIR.

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL [mm]

Estación : PORVENIR
 Distrito : JUAN GUERRA
 Provincia : SAN MARTIN

Latitud: 06° 36'
 Longitud: 76° 21'
 Altura: 330 msnm

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	MED.
1,964	41.00	93.70	43.10	113.40	105.80	92.60	115.10	41.80	126.60	92.60	86.30	128.80	1,080.80	90.07
1,965	102.20	71.10	55.90	108.90	87.00	24.50	88.20	46.30	144.40	191.10	93.80	43.10	1,056.50	88.04
1,966	105.70	88.10	210.50	122.70	76.90	53.60	54.00	67.70	43.30	59.90	18.80	141.80	1,043.00	86.92
1,967	176.70	133.30	128.80	123.90	43.40	48.00	104.80	58.20	73.10	91.10	206.10	15.40	1,202.80	100.23
1,968	74.50	172.80	109.50	66.40	29.00	140.10	35.90	70.40	90.40	145.00	129.00	88.50	1,151.50	95.96
1,969	107.60	66.50	190.30	121.90	47.40	87.90	65.80	70.80	73.40	93.90	117.30	52.00	1,094.80	91.23
1,970	68.30	120.40	124.00	148.80	90.40	34.90	77.30	122.20	106.70	72.30	33.30	71.20	1,070.70	89.23
1,971	220.10	81.80	241.70	119.20	61.80	109.40	52.70	40.90	186.10	164.50	51.80	47.70	1,377.70	114.81
1,972	116.60	121.40	133.10	131.40	31.90	79.60	74.80	78.40	115.50	96.50	128.70	23.60	1,129.50	94.13
1,973	153.20	35.90	65.70	151.80	50.60	100.90	48.60	100.70	65.00	82.30	84.50	117.60	1,056.80	88.07
1,974	102.00	106.40	104.90	25.60	167.30	31.80	88.40	74.50	81.70	64.10	65.80	40.80	953.30	79.44
1,975	135.10	30.50	98.20	64.30	126.00	65.70	38.20	93.40	63.00	92.20	77.20	90.20	974.00	81.17
1,976	30.70	89.10	128.60	130.70	102.00	130.70	7.30	91.40	102.70	126.40	173.60	71.70	1,184.90	98.74
1,977	81.80	20.10	163.30	152.30	76.20	20.10	94.30	56.40	121.20	101.40	85.30	48.90	1,021.30	85.11
1,978	81.00	70.90	247.60	75.90	82.90	27.40	58.50	28.20	101.50	105.70	118.80	30.80	1,029.20	85.77
1,979	40.00	41.00	316.70	56.10	50.50	72.20	58.30	110.80	61.70	91.80	30.50	81.40	1,011.00	84.25
1,980	103.20	131.50	136.60	134.80	19.10	55.40	74.80	90.50	47.10	125.70	22.80	103.60	1,045.10	87.09
1,981	34.70	202.00	133.20	131.00	75.90	112.10	22.60	58.00	49.60	49.20	106.90	40.60	1,015.80	84.65
1,982	96.90	169.20	84.80	215.50	58.90	72.50	34.10	52.40	66.10	66.10	62.90	69.10	1,048.50	87.38
1,983	36.20	252.00	87.50	174.00	87.80	20.60	14.00	12.90	90.20	56.20	125.60	47.10	1,004.10	83.68
1,984	70.80	142.90	104.30	131.00	75.90	112.10	22.60	58.00	49.60	49.20	106.90	40.60	963.90	80.33
1,985	89.60	63.30	146.90	186.80	78.40	32.10	50.00	108.00	92.50	89.90	148.70	35.20	1,121.40	93.45
1,986	94.30	109.50	117.00	119.70	78.40	9.00	40.60	136.10	96.00	61.10	73.40	136.20	1,071.30	89.28
1,987	73.10	144.60	36.00	196.40	30.30	75.50	107.40	59.10	36.20	54.60	125.20	15.70	954.10	79.51
1,988	18.90	175.00	107.90	105.60	132.10	18.20	3.90	57.10	88.30	98.80	167.40	62.00	1,035.20	86.27
1,989	95.80	143.80	111.80	71.10	125.80	154.80	38.80	40.90	65.90	214.10	61.20	8.00	1,132.00	94.33
1,990	115.80	137.20	89.00	99.20	75.30	109.80	65.50	79.00	96.40	86.20	131.10	50.80	1,135.30	94.61
1,991	16.70	91.20	157.70	67.40	83.70	71.00	30.00	33.00	68.00	186.40	125.20	6.60	936.90	78.08
1,992	29.10	68.80	252.70	122.20	12.60	54.00	63.80	89.30	59.00	76.70	34.40	152.30	1,014.90	84.58
1,993	130.90	237.40	200.90	72.10	110.50	116.00	49.50	21.70	29.40	110.50	72.30	41.90	1,193.10	99.43
1,994	40.10	25.50	120.00	174.30	62.10	184.40	105.00	39.20	89.40	116.40	104.30	150.80	1,210.50	100.88
TOTAL	2,682.60	3,436.90	4,249.10	3,714.40	2,335.90	2,316.90	1,784.80	2,084.30	2,580.00	3,111.90	2,969.10	2,054.00	33,319.90	2,776.66
PROMEDIO	86.54	110.87	137.07	119.82	75.35	74.74	57.57	67.24	83.23	100.36	95.78	66.26	1,074.84	89.57

CUADRO No. 08:

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL [mm]

Estación : SAUCE
 Distrito : SAUCE
 Provincia: SAN MARTIN

Latitud: 06° 42'
 Longitud: 76° 15'
 Altura: 890 msnm

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	MED.
1,964	52.90	86.20	116.60	261.30	257.20	98.00	37.80	71.20	112.60	136.30	79.60	11.70	1,321.60	110.13
1,965	21.50	91.70	130.00	145.10	184.80	279.20	333.80	175.00	338.30	149.50	171.50	66.60	2,087.00	173.92
1,966	77.10	81.30	148.10	77.30	134.60	76.90	156.50	112.40	305.20	207.30	99.80	53.50	1,530.00	127.50
1,967	111.50	59.40	136.60	167.50	171.70	149.20	88.20	78.20	67.90	131.40	47.40	165.20	1,374.20	114.52
1,968	144.80	148.00	187.40	181.10	86.80	71.00	113.20	44.20	157.90	265.50	433.30	125.80	1,959.00	163.25
1,969	7.20	75.60	96.70	108.50	48.80	39.80	84.90	317.20	160.00	362.20	96.50	204.80	1,602.20	133.52
1,970	491.70	114.10	277.00	184.00	97.40	177.10	178.40	60.30	240.50	165.30	94.40	37.20	2,117.40	176.45
1,971	33.60	160.70	157.80	88.00	28.60	61.20	99.80	180.60	122.90	86.90	39.50	59.60	1,119.20	93.27
1,972	157.20	161.00	185.40	110.20	148.70	213.00	189.70	77.20	294.50	242.20	43.10	93.40	1,915.60	159.63
1,973	302.40	130.40	190.90	242.40	55.20	81.20	60.40	76.50	119.50	120.90	118.40	111.90	1,610.10	134.18
1,974	124.00	132.70	108.50	363.80	148.20	82.80	134.10	40.70	24.40	75.80	14.90	0.00	1,249.90	104.16
1,975	0.00	113.80	65.30	27.20	199.10	114.90	94.10	62.40	175.60	94.30	137.40	0.00	1,084.10	90.34
1,976	59.40	0.00	51.90	148.70	75.70	41.50	0.00	25.50	40.10	0.00	30.00	83.10	555.90	46.33
1,977	0.00	109.90	97.10	102.10	186.30	121.90	30.00	0.00	153.80	92.10	94.00	47.30	1,034.50	86.21
1,978	185.40	62.10	298.80	150.60	73.70	55.00	117.80	181.40	158.60	182.10	80.00	76.10	1,621.60	135.13
1,979	139.60	220.50	284.00	191.20	118.00	101.60	111.60	53.40	127.60	78.10	55.80	166.10	1,647.50	137.29
1,980	87.50	74.40	329.70	111.20	131.20	225.60	271.50	220.80	204.50	225.50	15.00	194.10	2,091.00	174.25
1,981	170.80	297.40	139.20	346.20	176.80	282.80	106.40	224.40	92.80	103.30	23.20	57.00	2,110.30	175.86
1,982	17.00	127.10	157.10	273.70	40.00	42.90	84.20	117.20	65.90	40.40	105.40	30.60	1,101.50	91.79
1,983	84.40	170.50	22.40	127.00	26.00	3.50	10.00	6.00	21.50	36.00	54.00	89.00	650.30	54.19
1,984	66.40	60.40	160.50	110.40	171.00	110.80	38.40	47.80	0.00	34.40	0.00	13.60	813.70	67.81
1,985	81.30	0.70	43.00	122.40	420.40	78.10	49.10	73.40	87.00	13.40	217.60	97.40	1,283.80	106.98
1,986	89.80	109.50	170.90	136.60	87.50	23.60	33.80	188.60	231.80	77.00	149.10	208.20	1,508.40	125.53
1,987	84.80	199.00	98.40	213.50	56.90	103.50	133.40	97.60	143.40	86.90	176.90	18.90	1,411.20	117.60
1,988	31.70	117.30	121.10	142.00	121.00	20.70	8.30	62.70	87.00	152.50	98.40	69.20	1,031.90	85.99
1,989	49.20	219.10	82.40	82.60	213.50	129.60	62.60	76.10	158.20	408.40	58.10	0.00	1,539.80	128.32
1,990	146.80	114.20	161.20	89.20	177.60	234.40	65.20	41.80	45.20	94.50	95.80	91.40	1,357.30	113.11
1,991	0.00	137.60	234.00	262.70	67.20	33.70	6.20	22.70	30.00	73.60	168.40	83.40	1,119.50	93.29
1,992	105.30	98.40	305.50	232.50	95.40	79.60	87.50	153.60	145.10	129.90	101.70	98.10	1,632.60	136.05
1,993	86.30	318.80	376.70	144.00	155.90	184.40	122.00	106.80	109.70	127.20	118.50	54.20	1,904.50	158.71
1,994	86.70	38.10	214.90	152.50	180.00	334.10	132.20	82.50	200.20	218.30	49.70	145.20	1,834.40	152.87
TOTAL	3,098.30	3,829.90	5,149.30	5,095.50	4,135.20	3,651.60	3,131.10	3,078.20	4,221.70	4,211.20	3,067.40	2,550.60	45,218.00	3,768.17
PROMEDIO	99.88	123.55	166.11	164.37	133.39	117.79	101.00	99.30	136.18	135.85	98.95	82.28	1,458.65	121.55

65

Fuente: DIRECCION REGIONAL DE SENAMHI - SAN MARTIN

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL [m m]

Estación : CHAZUTA
 Distrito : CHAZUTA
 Provincia: SAN MARTIN

Latitud: 06° 36'
 Longitud: 76° 21'
 Altura: 260 msnm

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	MED.
1,964	44.00	123.00	250.00	222.00	153.00	62.10	30.90	108.40	30.90	25.50	12.90	35.10	1,097.70	91.48
1,965	46.20	11.30	24.70	74.00	34.70	39.90	13.70	36.70	80.90	46.20	268.50	99.00	775.80	64.65
1,966	84.40	13.40	137.00	158.20	60.20	56.70	53.70	9.10	15.60	146.00	155.20	71.60	981.10	81.76
1,967	97.00	336.00	278.00	114.00	93.00	187.00	64.00	36.00	60.00	130.00	97.00	183.00	1,675.00	139.58
1,968	179.00	108.00	34.30	229.00	123.10	48.50	18.90	72.00	31.00	143.00	140.00	43.00	1,169.80	97.48
1,969	124.60	127.20	171.60	150.40	94.90	34.60	56.30	102.60	120.20	94.50	117.30	95.60	1,289.80	107.48
1,970	155.70	105.50	298.60	266.50	94.01	76.93	59.00	69.20	135.00	116.10	220.50	101.50	1,698.60	141.55
1,971	178.00	230.50	243.50	152.00	102.50	69.50	157.00	172.00	176.00	225.50	51.50	134.50	1,892.50	157.71
1,972	309.50	186.50	333.50	207.00	76.50	126.50	101.50	106.00	224.00	206.50	47.00	157.50	2,082.00	173.50
1,973	129.00	166.90	194.50	146.50	85.50	121.00	111.50	127.00	123.50	200.50	170.50	144.50	1,720.90	143.41
1,974	252.00	135.00	105.50	326.00	81.50	92.00	40.00	112.50	57.50	138.50	75.00	149.00	1,564.50	130.38
1,975	168.50	213.00	247.00	93.00	157.50	77.00	137.50	319.50	115.00	95.50	213.00	71.50	1,908.00	159.00
1,976	291.00	138.00	82.50	69.00	93.00	65.50	40.00	50.00	130.50	184.50	170.00	94.30	1,408.30	117.36
1,977	4.00	93.00	93.50	209.50	119.00	134.50	21.00	87.00	82.50	294.50	218.50	70.50	1,427.50	118.96
1,978	113.50	43.50	295.00	212.50	184.50	34.50	91.10	93.50	149.00	39.00	128.50	102.00	1,486.60	123.88
1,979	64.00	62.00	325.50	124.00	77.50	33.00	98.00	43.00	86.00	160.00	319.00	128.50	1,520.50	126.71
1,980	81.50	43.00	163.00	100.00	59.50	31.00	43.00	64.50	83.00	120.50	99.00	77.00	965.00	80.42
1,981	111.00	192.00	114.50	137.00	19.50	102.00	41.50	113.50	48.00	118.00	74.50	138.50	1,210.00	100.83
1,982	258.20	93.10	164.50	183.10	79.90	82.00	77.10	39.00	79.50	99.20	216.40	118.40	1,490.40	124.20
1,983	156.40	161.20	98.50	196.50	133.50	16.00	9.00	21.50	91.50	115.40	80.50	145.00	1,225.00	102.08
1,984	101.00	129.60	50.50	143.40	95.00	118.50	22.00	62.00	59.00	81.00	139.00	73.00	1,074.00	89.50
1,985	106.50	105.50	134.00	155.50	120.50	57.50	3.50	49.00	87.50	66.50	145.50	15.00	1,048.50	87.38
1,986	156.00	149.50	126.00	106.00	93.50	16.00	71.60	35.00	41.50	51.50	52.50	37.00	936.10	78.01
1,987	70.50	139.50	74.50	73.00	63.00	43.00	63.00	40.00	44.00	80.00	100.50	37.00	828.00	69.00
1,988	55.00	120.00	124.00	83.00	34.00	41.00	31.00	51.50	69.00	90.00	79.00	29.50	807.00	67.25
1,989	63.00	111.00	116.00	98.00	116.00	71.00	32.00	49.00	77.00	119.00	43.00	14.00	909.00	75.75
1,990	81.00	82.00	134.00	84.00	86.00	128.00	41.00	51.00	56.00	119.00	96.00	93.00	1,051.00	87.58
1,991	122.00	105.00	207.00	94.00	106.00	85.00	50.00	47.00	94.00	110.00	143.00	23.20	1,186.20	98.85
1,992	115.00	163.50	346.50	169.00	58.50	65.00	36.00	147.00	131.00	137.00	175.60	162.00	1,706.10	142.18
1,993	203.30	293.00	285.00	76.50	125.00	100.50	80.00	81.50	75.00	110.00	222.00	190.00	1,841.80	153.48
1,994	150.00	95.00	151.00	197.00	74.00	169.00	135.00	74.00	117.00	211.00	111.00	213.00	1,697.00	141.42
TOTAL	4,070.80	4,075.70	5,403.70	4,649.60	2,914.31	2,384.73	1,829.80	2,470.00	2,770.60	3,875.90	4,181.90	3,046.70	41,673.70	3,472.81
PROMEDIO	131.32	131.47	174.31	149.99	94.01	76.93	59.03	79.68	89.37	125.03	134.90	98.28	1,344.31	112.03

3.1.4 ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

3.1.4.1 PRECIPITACIONES

La Estación Pluviométrica a utilizar, por estar más cerca a la Microcuenca en estudio, es la de Chazuta que cuenta con información de Precipitaciones Promedio Mensual y Máximas diarias en el mes.

Se empleará para verificar la consistencia de estos datos las Estaciones del Porvenir y Sauce, por contar con información completa y confiable, además por su cercanía a la Microcuenca en estudio.

El procedimiento seguido para el Análisis de Consistencia es como sigue: (Bibl. 9)

- Se eligió como base de comparación al promedio de las estaciones de Sauce, Porvenir y Chazuta.
- Teniendo como estación base este promedio se graficó la Curva de Doble Masa de Precipitaciones Acumuladas, para cada una de las estaciones.
- Se observa de los gráficos que adoptan una tendencia lineal con pequeñas variaciones en la pendiente, lo que indican que son aceptables (factor de correlación lineal mayor que 0.95)

- Se concluye afirmando que los datos de las Estaciones de Chazuta, Porvenir y Sauce son Confiables y Consistentes.

Los cálculos se ilustran en el Cuadro No. 10 y en los Gráficos No. 2, 3 y 4.

PRECIPITACION PROMEDIO DE LA CUENCA

Para obtener los valores de Precipitación Promedio de la Microcuenca se consideró el promedio de los datos de precipitación de la Estación de Chazuta; los datos se muestran en los Cuadros No. 7, 8 y 9.

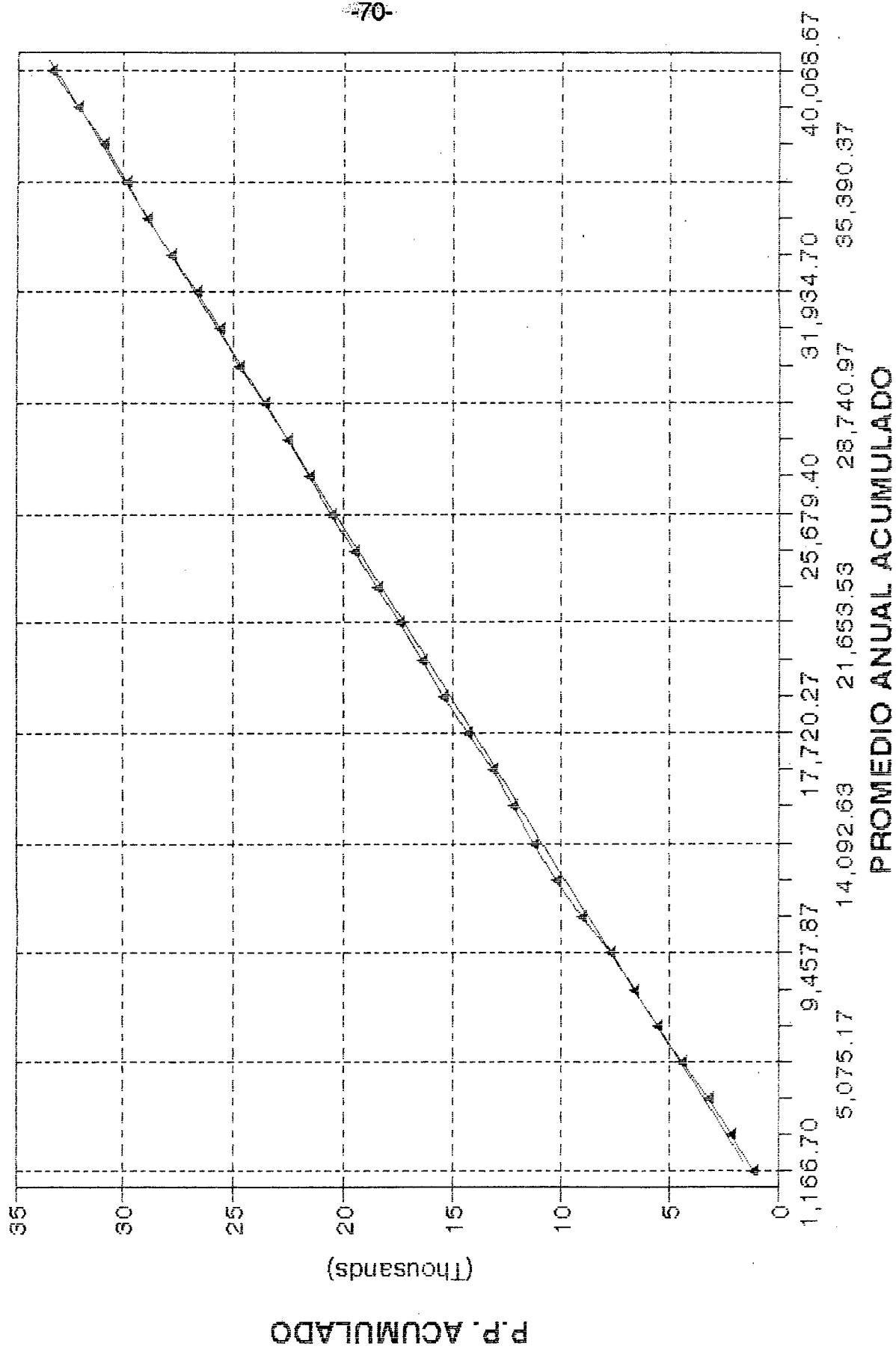
ESTACION CHAZUTA	: 1,344.31 mm.
ESTACION SAUCE	: 1,458.65 mm.
ESTACION EL PORVENIR	: 1,074.84 mm.

Para muchos casos cuando se realizan estudios de Hidrología de una cuenca de mayor magnitud y para estudios definitivos, debe hacerse un reparto proporcional de los datos de precipitación en ella, tomando datos de varias estaciones pluviométricas en la cuenca o cerca de ella. Aquí deberá ponerse especial cuidado para tratar que cada estación pluviométrica a considerar sea representativa de la precipitación de una porción de la cuenca.

**ANALISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS
DOBLE MASA**

AÑOS	A: ESTACION PORTVENIR		B: ESTACION SAUCE		C: ESTACION CHAZUTA		PROMEDIO ANUAL	
	P.P. Anual [mm]	Acumulado [mm]	P.P. Anual [mm]	Acumulado [mm]	P.P. Anual [mm]	Acumulado [mm]	ABC [mm]	Acumulado [mm]
1964	1,080.80	1,080.80	1,321.60	1,321.60	1,097.70	1,097.70	1,166.70	1,166.70
1965	1,056.50	2,137.30	2,087.00	3,408.60	775.80	1,873.50	1,306.43	2,473.13
1966	1,043.00	3,180.30	1,530.00	4,938.60	981.10	2,854.60	1,184.70	3,657.83
1967	1,202.80	4,383.10	1,374.20	6,312.80	1,675.00	4,529.60	1,417.33	5,075.17
1968	1,151.50	5,534.60	1,959.00	8,271.80	1,169.80	5,699.40	1,426.77	6,501.93
1969	1,094.80	6,629.40	1,602.20	9,874.00	1,289.80	6,989.20	1,328.93	7,830.87
1970	1,070.70	7,700.10	2,117.40	11,991.40	1,692.90	8,682.10	1,627.00	9,457.87
1971	1,377.70	9,077.80	1,119.20	13,110.60	1,892.50	10,574.60	1,463.13	10,921.00
1972	1,129.50	10,207.30	1,915.60	15,026.20	2,082.00	12,656.60	1,709.03	12,630.03
1973	1,056.80	11,264.10	1,610.10	16,636.30	1,720.90	14,377.50	1,462.60	14,092.63
1974	953.30	12,217.40	1,249.90	17,886.20	1,564.50	15,942.00	1,255.90	15,348.53
1975	974.00	13,191.40	1,084.10	18,970.30	1,908.00	17,850.00	1,322.03	16,670.57
1976	1,184.90	14,376.30	555.90	19,526.20	1,408.30	19,258.30	1,049.70	17,720.27
1977	1,021.30	15,397.60	1,034.60	20,560.80	1,427.50	20,685.80	1,161.13	18,881.40
1978	1,029.20	16,426.80	1,621.60	22,182.40	1,486.60	22,172.40	1,379.13	20,260.53
1979	1,011.00	17,437.80	1,647.50	23,829.90	1,520.50	23,692.90	1,393.00	21,653.53
1980	1,045.10	18,482.90	2,091.00	25,920.90	965.00	24,657.90	1,367.03	23,020.57
1981	1,015.80	19,498.70	2,110.30	28,031.20	1,210.00	25,867.90	1,445.37	24,465.93
1982	1,048.50	20,547.20	1,101.50	29,132.70	1,490.40	27,358.30	1,213.47	25,679.40
1983	1,004.10	21,551.30	650.30	29,783.00	1,225.00	28,583.30	959.80	26,639.20
1984	963.90	22,515.20	813.70	30,596.70	1,074.00	29,657.30	950.53	27,589.73
1985	1,121.40	23,636.60	1,283.80	31,880.50	1,048.50	30,705.80	1,151.23	28,740.97
1986	1,071.30	24,707.90	1,506.40	33,386.90	936.10	31,641.90	1,171.27	29,912.23
1987	954.10	25,662.00	1,411.20	34,798.10	828.00	32,469.90	1,064.43	30,976.67
1988	1,035.20	26,697.20	1,031.90	35,830.00	807.00	33,276.90	958.03	31,934.70
1989	1,132.00	27,829.20	1,539.80	37,369.80	909.00	34,185.90	1,193.60	33,128.30
1990	1,135.30	28,964.50	1,357.30	38,727.10	1,051.00	35,236.90	1,181.20	34,309.50
1991	936.90	29,901.40	1,119.50	39,846.60	1,186.20	36,423.10	1,080.87	35,390.37
1992	1,014.90	30,916.30	1,632.60	41,479.20	1,706.10	38,129.20	1,451.20	36,841.57
1993	1,193.10	32,109.40	1,904.50	43,383.70	1,841.80	39,971.00	1,646.47	38,488.03
1994	1,210.50	33,319.90	1,834.40	45,218.10	1,697.00	41,668.00	1,580.63	40,068.67

**GRAFICO No. 02: ANALISIS DE CONSISTENCIA
DOBLE MASA ESTACION PORVENIR**

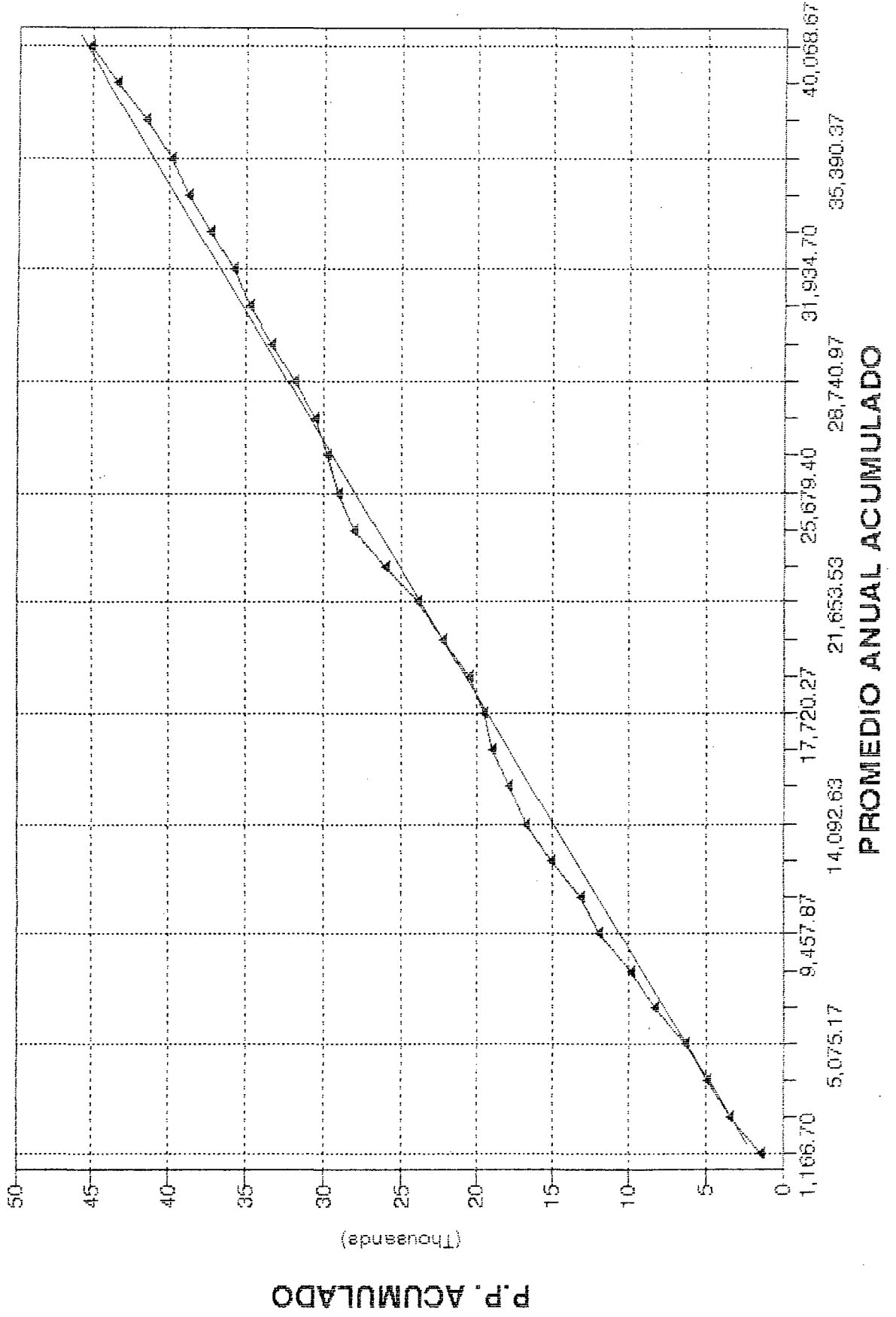


P.P. ACUMULADO

(Thousands)

PROMEDIO ANUAL ACUMULADO

**GRAFICO No. 03: ANALISIS DE CONSISTENCIA
DOBLE MASA ESTACION SAUCE**

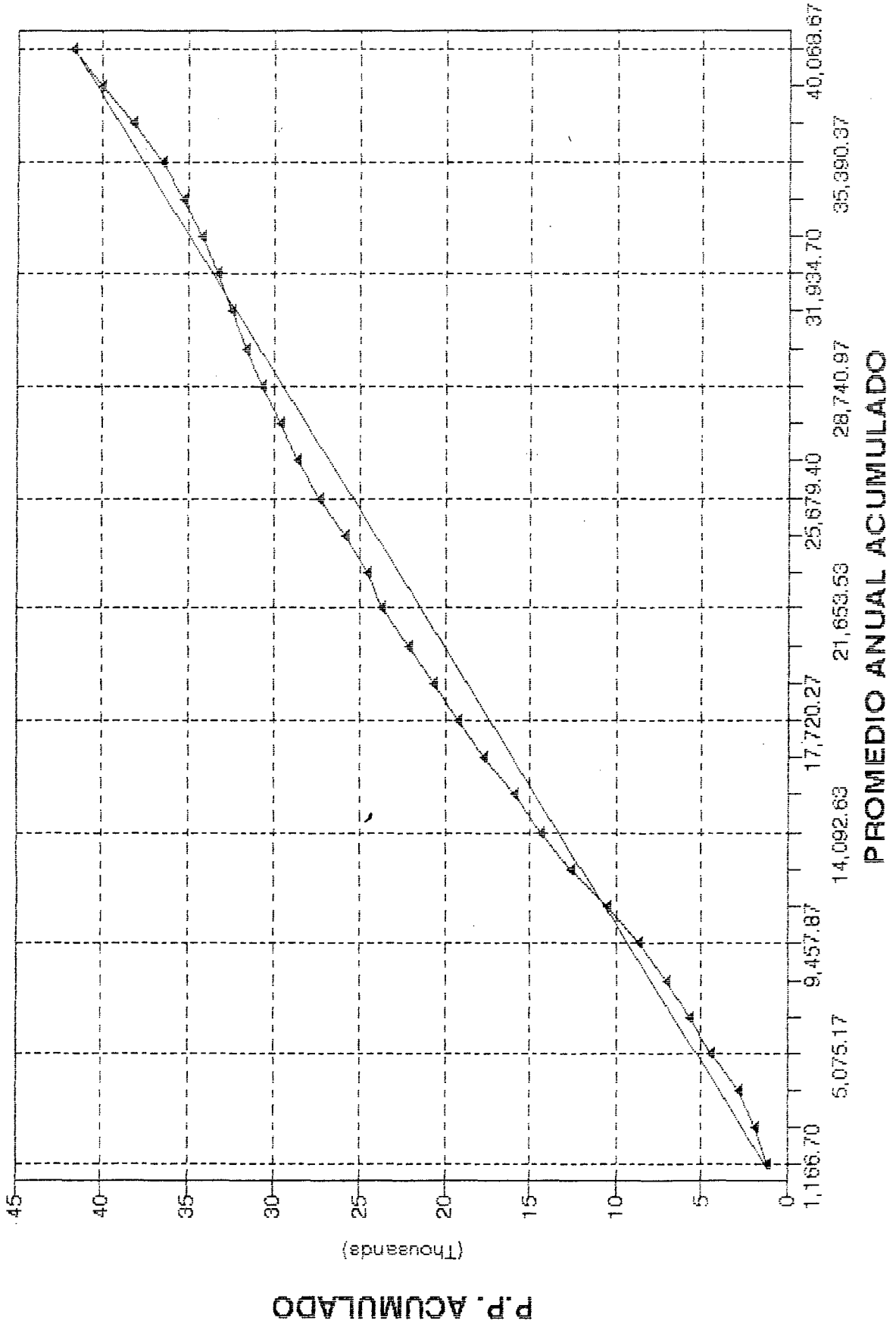


P.P. ACUMULADO

(Thousands)

PROMEDIO ANUAL ACUMULADO

**GRAFICO No. 04: ANALISIS DE CONSISTENCIA
DOBLE MASA ESTACION CHAZUTA**



Existen varios métodos para asignar los valores de precipitación promedio a determinadas zonas de una cuenca, entre los que destacan el Polígono de Thiessen y el Método de las Isohietas. (Bibl. 13)

a) METODO DEL POLIGONO DE THIESSEN

Este método considera sólo la posición geométrica de cada estación pluviométrica con relación a la cuenca.

Para ello se ubican en el mapa las estaciones que estén en la cuenca o en la vecindad. Se unen estas estaciones mediante líneas, y luego se trazan perpendiculares en el punto medio de cada segmento.

Estas perpendiculares delimitan zonas de influencia de cada estación. Luego la Precipitación Media es la suma de los aportes de la precipitación media de todas las estaciones. La desventaja de este método es que no toma en cuenta las variaciones en altitud que pudieran existir en una cuenca. Por ello pueden dar resultados erróneos en cuencas con grandes variaciones de la altitud. (Bibl. 13)

b) METODO DE LAS ISOHIETAS

Llamado también, Método de las Curvas de Igual Precipitación. Para aplicar este método es necesario tener una buena cantidad de información pluviométrica en la cuenca y en zonas vecinas para poder trazar sobre ésta las curvas de igual precipitación.

Con un planímetro se calculan las áreas comprendidas entre las curvas isohietas (a_i), después se calcula la precipitación media entre dos isohietas (p_i) y se hacen los productos ($p_i \times a_i$), luego la suma de estos productos se divide entre el área A de la cuenca, lo que viene a ser la Precipitación Media de la cuenca.

En caso de no poder trazar, se puede dividir la cuenca de acuerdo a la altitud y asignar un valor representativo de la precipitación para cada zona. (Bibl. 13)

3.1.4.2 CAUDALES DE DISEÑO

A) DETERMINACION DEL CAUDAL MEDIO DISPONIBLE

Las Microcentrales Hidroeléctricas se ubican por lo general en pequeñas quebradas en las cuales no se dispone de afloros, es por ello que la National Rural Electric Cooperative

Association (NRECA) de los EE. UU. propone un método para el cálculo del escurrimiento mensual basado en datos meteorológicos de la cuenca en estudio en cuencas vecinas.

Este método es aplicable a cuencas menores de 1000 km², donde no exista una acumulación significativa de nieve ni regulación del caudal de los ríos por grandes reservorios o lagos. (Bibl. 13)

Los autores de este método consideran que: durante e inmediatamente después de fuertes precipitaciones, al estar el terreno saturado de agua, la mayor parte de la lluvia se mueve como escurrimiento superficial hacia los ríos creando caudales de avenida. Posteriormente, el agua absorbida por el terreno durante las lluvias, se mueve como flujo subterráneo hacia los ríos o quebradas y los provee de agua en períodos donde no se presentan lluvias. (Bibl. 13)

El método utiliza los datos de precipitación y evapotranspiración potencial mensual. Además define 3 parámetros que caracterizan la cuenca en estudio: Valor Nominal, Psub y GWF.

* **Valor Nominal:** Es un índice que representa la capacidad que tiene el terreno para almacenar agua. Si la cantidad de agua almacenada en el suelo es igual a Nominal; entonces, la mitad de la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración real (balance de agua) se moverá en forma de escurrimiento directo y subterráneo. Se expresa en mm.

Para estimar el Valor Nominal se usa la siguiente relación:

$$\text{Nominal} = (100 + C1 \times Pm) \times C2 \quad \dots(\text{Bibl. 13})$$

Siendo:

C1 : Constante empírica, varía entre 0.20 y 0.25

Pm: Precipitación media anual [mm]

C2 : Constante empírica, varía entre 1.00 y 0.75. (Para cuencas con poca vegetación y suelo de poco espesor).

* **Psub:** Es la fracción del escurrimiento que se mueve como flujo subterráneo. Los terrenos poco permeables que tienen poca capacidad de infiltración tienen mayor escurrimiento superficial y por lo tanto presentan mayores variaciones

estacionales en el caudal de los ríos. Mientras que terrenos con alta capacidad de infiltración tienen caudales más uniformes a lo largo del año.

Para estimar el valor P_{sub} , se usa la siguiente pauta:

$P_{sub} = 0.6$ es un valor promedio. En terrenos de alta permeabilidad puede tomarse 0.8; e inversamente, en terrenos de baja permeabilidad puede tomarse 0.3. (Bibl. 13)

* **GWF** : Es la fracción del volumen total de agua almacenada en el subsuelo que llegará al río durante el mes en estudio.

Para estimar el valor GWF, se usa la siguiente pauta:

$GWF = 0.5$ es un valor medio. En cuencas con caudales muy variables puede tomarse hasta 0.9; y en cuencas con caudales sostenidos a lo largo del año puede reducirse hasta 0.2.

Si se tuvieran registros de aforos en la cuenca durante algunos meses con poca o ninguna precipitación, entonces el valor de GWF se puede estimar mediante:

$$GWF = 1 - (\text{Caudal hoy} / \text{Caudal 1 mes antes}) \quad (\text{Bibl. 13})$$

Si hay varios meses con poca o ninguna precipitación se deberá tomar el menor valor de GWF.

Una vez que se han determinado estos valores se puede iniciar el cálculo del Esguerrimiento Mensual, para ello hay que asumir condiciones iniciales del nivel de humedad en el suelo (HS) y en el Subsuelo (Hsub).

Si la secuencia de cálculo se inicia en el mes más seco, entonces los niveles de humedad serán bajos. Valores típicos son:

$$HS = 0.10 \times \text{Nominal}$$

$$Hsub = 0.05 \times \text{Nominal}$$

En cuencas con precipitación uniforme durante todo el año:

$$HS = \text{Nominal}$$

$$Hsub = 0.20 \times \text{Nominal}$$

Si el cálculo se inicia en el mes más lluvioso entonces se puede asumir:

$$HS = 1.25 \times \text{Nominal}$$

$$Hsub = 0.40 \times \text{Nominal}$$

El efecto de asumir arbitrariamente estos valores desaparece luego de 6 meses; por ello se recomienda desechar los resultados del primer año o repetir el cálculo para el primer año 2 veces y luego seguir con los demás. (Bibl. 13)

SECUENCIA DE CALCULO: (Bibl. 13)

a) Asignar valores a las características de la cuenca: Nominal, Psub y GWF.

b) Asignar valores a las condiciones iniciales del terreno: HS, Hsub.

c) Ingresar datos mes a mes: Precipitación (P) y Evapotranspiración Potencial (ETP).

d) Hallar la razón entre el nivel de humedad en el suelo y el valor Nominal:

$$R1 = HS / \text{Nominal}$$

e) Calcular la relación:

$$P/ETP$$

f) De la Figura No. 01, se halla el valor de la relación:

$$ETR / ETP$$

$$\text{Si } P / ETP > 1 \text{ entonces } ETR / ETP = 1$$

g) Hallar: ETR

h) Calcular el balance de agua para el mes en estudio:

$$WB = P - ETR$$

l) Si $WB > 0$, de la Figura No. 02, con el valor de $R1$ se halla la razón del exceso de humedad ($R4$).

Si $WB < 0$, entonces: $R4 = 0$

j) Calcular el valor de la Humedad en exceso (HE).

$$HE = R4 \times WB$$

k) Calcular el cambio en el nivel de humedad del suelo:

$$\Delta HS = WB = HE$$

l) Calcular la cantidad de agua que se infiltra hacia el subsuelo:

$$R = P_{sub} \times HE$$

m) Calcular el valor de humedad almacenada en el subsuelo al final del mes:

$$H_{subf} = H_{subi} + R$$

n) Calcular el escurrimiento subterráneo hacia el río:

$$ES = GWF \times H_{sub}$$

o) Calcular el escurrimiento directo hacia el río:

$$ED = HE - R$$

p) Calcular el escurrimiento total (mm).

$$E = ED + ES$$

q) Calcular el nuevo valor de la humedad almacenada en el subsuelo:

$$HS = HS(i) + \Delta HS$$

r) Calcular el nuevo valor de Hsub:

$$H_{sub}(i) = H_{sub}(f) - ES$$

Repetir la secuencia de cálculo usando ahora los nuevos valores de HS y Hsub.

El Caudal se calcula multiplicando el Escurrimiento (E) por el Area de la cuenca. Esto dará m³/mes con lo cual se puede convertir fácilmente a m³/seg.

Todos estos procesos de cálculo se detallan en los Cuadros No. 11.

Con estos caudales generados se graficó la Curva de Duración de lo cual se obtiene un caudal de 0.50 m³/seg a un 90% de persistencia, seguridad de que este caudal ofrecerá la fuente en el año. (Ver Gráfico No. 07).

Luego, el Caudal de Diseño con lo cual se diseñarán las obras civiles. será :

$$Q_{diseño} = 0.50 \text{ m}^3/\text{seg}$$

FIG. Nº 01 : Relación entre la Evapotranspiración Real y Potencial

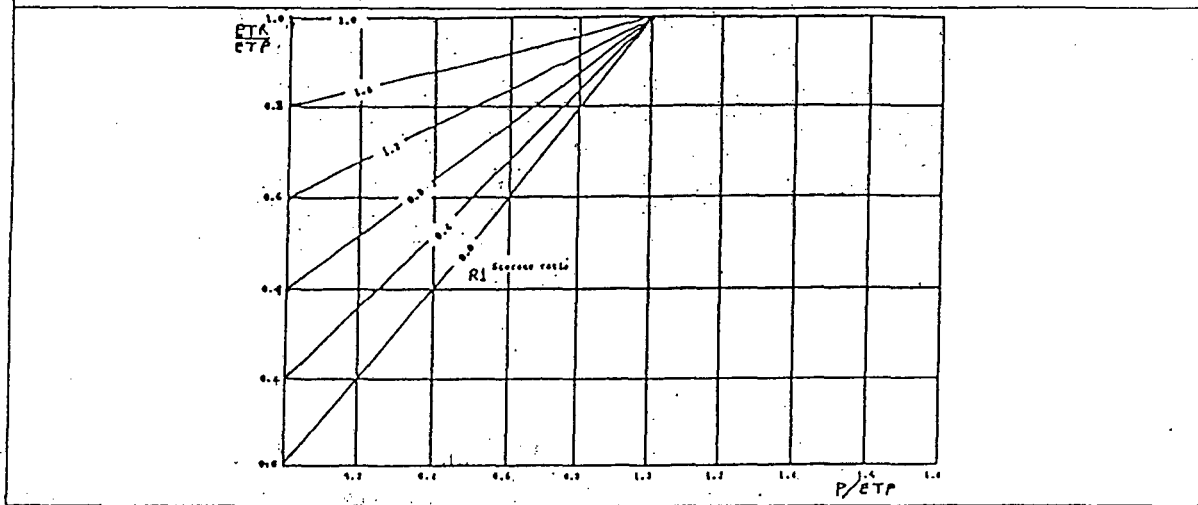
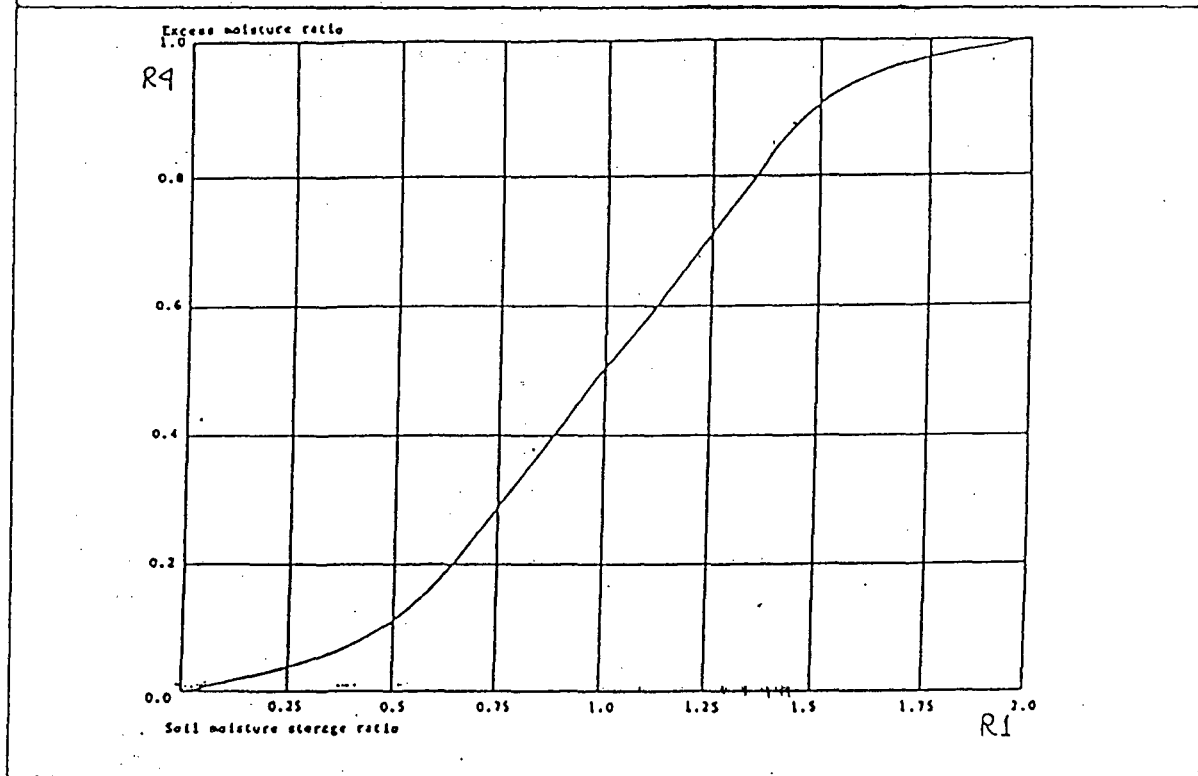


FIG. Nº 02 : Razón del Exceso de Humedad



CUADRO No. 11:

CAUDALES MENSUALES ESTIMADOS METODO: NRECA

ESTACION PLUVIOMETRICA: CHAZUTA

Peub : 0.60

Nominal : 368.86

GWF : 0.20

AREA DE LA CUENCA: 43.00 km²

AÑO: 1984

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub l	R1	P ETP	ETR ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m ³ /seg)
MAR	250.0	39.2	461.1	147.5	1.3	6.4	1.0	39.2	210.8	0.7	151.5	59.3	90.9	238.5	47.7	60.6	108.3	1.69
ABR	222.0	30.4	520.4	190.8	1.4	7.3	1.0	30.4	191.6	0.8	158.3	33.3	95.0	285.8	57.2	63.3	120.5	1.88
MAY	153.0	29.4	553.6	228.6	1.5	5.2	1.0	29.4	123.6	0.9	108.2	15.4	64.9	293.5	58.7	43.3	102.0	1.59
JUN	62.1	27.5	569.0	234.8	1.5	2.3	1.0	27.5	34.6	0.9	31.0	3.6	18.6	253.4	50.7	12.4	63.1	0.98
JUL	30.8	31.6	572.6	202.7	1.6	1.0	1.0	31.6	(0.8)	0.0	0.0	(0.8)	0.0	202.7	40.5	0.0	40.5	0.63
AGO	108.4	37.3	571.8	162.2	1.6	2.9	1.0	37.3	71.1	0.9	63.9	7.2	38.3	200.5	40.1	25.6	65.7	1.02
SET	30.9	40.1	579.0	160.4	1.6	0.8	1.0	40.1	(9.2)	0.0	0.0	(9.2)	0.0	160.4	32.1	0.0	32.1	0.50
OCT	25.5	43.7	569.8	128.3	1.5	0.6	0.9	39.3	(13.8)	0.0	0.0	(13.8)	0.0	128.3	25.7	0.0	25.7	0.40
NOV	12.9	42.2	556.0	102.7	1.5	0.3	0.8	33.8	(20.9)	0.0	0.0	(20.9)	0.0	102.7	20.5	0.0	20.5	0.32
DIC	35.1	50.1	535.1	82.1	1.5	0.7	0.9	45.1	(10.0)	0.0	0.0	(10.0)	0.0	82.1	16.4	0.0	16.4	0.26
ENE	46.2	55.8	525.1	65.7	1.4	0.8	1.0	55.8	(9.6)	0.0	0.0	(9.6)	0.0	65.7	13.1	0.0	13.1	0.21
FEB	11.3	42.6	515.5	52.6	1.4	0.3	1.0	42.6	(31.3)	0.8	(25.6)	(5.7)	(15.4)	37.2	7.4	(10.2)	(2.8)	(0.04)

AÑO: 1985

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub l	R1	P ETP	ETR ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m ³ /seg)
MAR	24.7	39.2	509.9	29.8	1.4	0.6	0.9	35.3	(10.6)	0.0	0.0	(10.6)	0.0	29.8	6.0	0.0	6.0	0.09
ABR	74.0	30.4	499.3	23.8	1.4	2.4	1.0	30.4	43.6	0.8	34.5	9.1	20.7	44.5	8.9	13.8	22.7	0.35
MAY	34.7	29.4	508.4	35.6	1.4	1.2	1.0	29.4	5.3	0.8	4.3	1.0	2.6	38.2	7.6	1.7	9.3	0.15
JUN	39.9	27.5	509.4	30.5	1.4	1.5	1.0	27.5	12.4	0.8	10.0	2.4	6.0	36.5	7.3	4.0	11.3	0.18
JUL	13.7	31.6	511.8	29.2	1.4	0.4	0.8	25.3	(11.6)	0.0	0.0	(11.6)	0.0	29.2	5.8	0.0	5.8	0.09
AGO	36.7	37.3	500.2	23.4	1.4	1.0	1.0	37.3	(0.6)	0.0	0.0	(0.6)	0.0	23.4	4.7	0.0	4.7	0.07
SET	80.9	40.1	499.6	18.7	1.4	2.0	1.0	40.1	40.8	0.8	32.3	8.5	19.4	38.1	7.6	12.9	20.5	0.32
OCT	46.2	43.7	508.1	30.5	1.4	1.1	1.0	43.7	2.5	0.8	2.0	0.5	1.2	31.7	6.3	0.8	7.1	0.11
NOV	268.5	42.2	508.6	25.3	1.4	6.4	1.0	42.2	226.3	0.8	182.6	43.7	109.6	134.9	27.0	73.1	100.0	1.56
DIC	99.0	50.1	552.3	107.9	1.5	2.0	1.0	50.1	48.9	0.9	42.7	6.2	25.6	133.6	26.7	17.1	43.8	0.68
ENE	84.4	55.8	558.4	106.9	1.5	1.5	1.0	55.8	28.6	0.9	25.2	3.4	15.1	122.0	24.4	10.1	34.5	0.54
FEB	13.4	42.6	501.0	97.0	1.5	0.3	0.8	34.1	(20.7)	0.0	0.0	(20.7)	0.0	97.0	19.5	0.0	19.5	0.30

CUADRO No. 11:

CAUDALES MENSUALES ESTIMADOS METODO: NRECA

ESTACION PLUVIOMETRICA: CHAZUTA

Peub : 0.60

Nominal : 368.86

GWF : 0.20

AREA DE LA CUENCA: 43.00 km²

AÑO : 1988

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub I	R1	P ETP	ETH ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/me)	CAUDAL (m ³ /seg)
MAR	137.00	39.20	541.14	78.08	1.47	3.49	1.00	39.20	97.80	0.86	83.91	13.89	50.35	128.42	25.68	33.56	59.25	0.92
ABR	158.20	30.40	555.03	102.74	1.50	5.20	1.00	30.40	127.80	0.88	112.12	15.68	67.27	170.01	34.00	44.85	78.85	1.29
MAY	80.20	29.40	570.70	136.01	1.55	2.73	1.00	29.40	50.80	0.90	45.59	5.21	27.36	163.37	32.67	18.24	50.91	0.79
JUN	56.70	27.50	575.91	130.69	1.56	2.06	1.00	27.50	29.20	0.90	26.39	2.81	15.83	146.53	29.31	10.56	39.86	0.62
JUL	53.70	31.60	578.72	117.22	1.57	1.70	1.00	31.60	22.10	0.91	20.05	2.05	12.03	129.25	25.85	8.02	33.87	0.53
AGO	9.10	37.30	580.77	103.40	1.57	0.24	0.80	29.84	(20.74)	0.00	0.00	(20.74)	0.00	103.40	20.68	0.00	20.68	0.32
SET	15.60	40.10	560.03	82.72	1.52	0.39	0.90	36.09	(20.49)	0.00	0.00	(20.49)	0.00	82.72	16.54	0.00	16.54	0.26
OCT	146.00	43.70	539.54	66.18	1.46	3.34	1.00	43.70	102.30	0.86	87.54	14.76	52.52	118.70	23.74	35.01	58.75	0.92
NOV	155.20	42.20	554.31	94.96	1.50	3.68	1.00	42.20	113.00	0.88	99.03	13.97	59.42	154.38	30.88	39.61	70.49	1.10
DIC	71.60	50.10	568.28	123.50	1.54	1.43	1.00	50.10	21.50	0.89	19.23	2.27	11.54	135.04	27.01	7.69	34.70	0.54
ENE	97.00	55.80	570.55	108.03	1.55	1.74	1.00	55.80	41.20	0.90	36.97	4.23	22.18	130.21	26.04	14.79	40.83	0.64
FEB	336.00	42.60	574.78	104.17	1.56	7.89	1.00	42.60	293.40	0.90	264.77	28.63	158.86	263.03	52.61	105.91	158.52	2.47

AÑO: 1987

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub I	R1	P ETP	ETH ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/me)	CAUDAL (m ³ /seg)
MAR	278.00	39.20	603.40	210.43	1.64	7.09	1.00	39.20	238.80	0.93	222.97	15.83	133.78	344.21	68.84	89.19	158.03	2.47
ABR	114.00	30.40	619.24	275.37	1.68	3.75	1.00	30.40	83.60	0.95	79.29	4.31	47.57	322.94	64.59	31.71	96.30	1.50
MAY	93.00	29.40	623.55	258.35	1.69	3.16	1.00	29.40	63.60	0.95	60.55	3.05	36.33	294.68	58.94	24.22	83.16	1.30
JUN	187.00	27.50	626.60	235.75	1.70	6.80	1.00	27.50	159.50	0.95	152.26	7.24	91.36	327.10	65.42	60.90	126.33	1.97
JUL	64.00	31.60	633.83	261.68	1.72	2.03	1.00	31.60	32.40	0.96	31.11	1.29	18.67	280.35	56.07	12.45	68.52	1.07
AGO	36.00	37.30	635.12	224.28	1.72	0.97	1.00	37.12	(1.12)	0.00	0.00	(1.12)	0.00	224.28	44.86	0.00	44.86	0.70
SET	60.00	40.10	634.00	179.43	1.72	1.50	1.00	40.10	19.90	0.96	19.11	0.79	11.47	190.89	38.18	7.65	45.82	0.71
OCT	130.00	43.70	634.79	152.71	1.72	2.97	1.00	43.70	86.30	0.96	82.94	3.36	49.76	202.48	40.50	33.18	73.67	1.15
NOV	97.00	42.20	638.15	161.98	1.73	2.30	1.00	42.20	54.80	0.96	52.80	2.00	31.68	193.66	38.73	21.12	59.85	0.93
DIC	183.00	50.10	640.14	154.93	1.74	3.65	1.00	50.10	132.90	0.97	128.25	4.65	76.95	231.88	46.38	51.30	97.68	1.52
ENE	179.00	55.80	644.79	185.51	1.75	3.21	1.00	55.80	123.20	0.97	119.29	3.91	71.57	257.08	51.42	47.72	99.13	1.55
FEB	108.00	42.60	648.70	205.66	1.76	2.54	1.00	42.60	65.40	0.97	63.50	1.90	38.10	243.76	48.75	25.40	74.15	1.16

CUADRO No. 11:

CAUDALES MENSUALES ESTIMADOS METODO: NRECA

ESTACION PLUVIOMETRICA: CHAZUTA

Paub : 0.60

Nominal : 368.86

GWF : 0.20

AREA DE LA CUENCA: 43.00 km²

ARO: 1988

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub l	R1	P ETP	ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/me)	CAUDAL (m ³ /seg)
MAR	34.30	39.20	650.61	195.01	1.76	0.87	1.00	39.20	-4.9	0.00	0.00	(4.90)	0.00	195.01	39.00	0.00	39.00	0.61
ABR	229.00	30.40	645.71	156.01	1.75	7.53	1.00	30.40	198.6	0.97	192.42	6.18	115.45	271.46	54.29	76.97	131.26	2.05
MAY	123.10	29.40	651.89	217.17	1.77	4.19	1.00	29.40	93.7	0.97	91.16	2.54	54.70	271.87	54.37	36.47	90.84	1.42
JUN	48.50	27.50	654.42	217.49	1.77	1.76	1.00	27.50	21	0.97	20.46	0.54	12.28	229.77	45.95	8.19	54.14	0.84
JUL	18.90	31.60	654.96	183.82	1.78	0.60	1.00	31.60	-12.7	0.00	0.00	(12.70)	0.00	183.82	36.76	0.00	36.76	0.57
AGO	72.00	37.30	642.26	147.05	1.74	1.93	1.00	37.30	34.7	0.97	33.54	1.16	20.12	167.18	33.44	13.42	46.85	0.73
SET	31.00	40.10	643.42	133.74	1.74	0.77	1.00	40.10	-9.1	0.00	0.00	(9.10)	0.00	133.74	26.75	0.00	26.75	0.42
OCT	143.00	43.70	634.32	106.99	1.72	3.27	1.00	43.70	99.3	0.96	95.40	3.90	57.24	164.23	32.85	38.16	71.01	1.11
NOV	140.00	42.20	638.22	131.39	1.73	3.32	1.00	42.20	97.8	0.96	94.24	3.56	56.55	187.93	37.59	37.70	75.28	1.17
DIC	43.00	50.10	641.78	150.34	1.74	0.86	1.00	50.10	-7.1	0.00	0.00	(7.10)	0.00	150.34	30.07	0.00	30.07	0.47
ENE	124.60	55.80	634.68	120.28	1.72	2.23	1.00	55.80	68.8	0.96	66.12	2.68	39.67	159.95	31.99	26.45	58.44	0.91
FEB	127.20	42.60	637.36	127.96	1.73	2.99	1.00	42.60	84.6	0.96	81.47	3.13	48.88	176.84	35.37	32.59	67.96	1.06

ARO: 1989

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub l	R1	P ETP	ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/me)	CAUDAL (m ³ /seg)
MAR	171.60	39.20	640.50	141.47	1.74	4.38	1.00	39.20	132.40	0.97	127.80	4.60	76.68	218.15	43.63	51.12	94.75	1.48
ABR	150.40	30.40	645.10	174.52	1.75	4.95	0.80	24.32	126.08	0.97	122.10	3.98	73.26	247.78	49.56	48.84	98.40	1.54
MAY	94.90	29.40	649.07	198.23	1.76	3.23	0.90	26.46	68.44	0.97	66.46	1.98	39.88	238.10	47.62	26.59	74.21	1.16
JUN	34.60	27.50	651.05	190.48	1.77	1.26	1.00	27.50	7.10	0.97	6.90	0.20	4.14	194.63	38.93	2.76	41.69	0.65
JUL	56.30	31.60	651.24	155.70	1.77	1.78	1.00	31.60	24.70	0.97	24.02	0.68	14.41	170.11	34.02	9.61	43.63	0.68
AGO	102.60	37.30	651.92	136.09	1.77	2.75	0.90	33.57	69.03	0.97	67.16	1.87	40.30	176.39	35.28	26.87	62.14	0.97
SET	120.20	40.10	653.79	141.11	1.77	3.00	0.80	32.08	88.12	0.97	85.84	2.28	51.50	192.61	38.52	34.34	72.86	1.14
OCT	94.50	43.70	656.07	154.09	1.78	2.16	0.80	34.96	59.54	0.98	58.08	1.46	34.85	188.94	37.79	23.23	61.02	0.95
NOV	117.30	42.20	657.53	151.15	1.78	2.78	0.60	25.32	91.98	0.98	89.81	2.17	53.88	205.04	41.01	35.92	76.93	1.20
DIC	95.60	50.10	659.70	164.03	1.79	1.91	1.10	54.91	40.69	0.98	39.78	0.91	23.87	187.90	37.58	15.91	53.49	0.83
ENE	155.70	55.80	660.61	150.32	1.79	2.79	0.50	27.90	127.80	0.98	125.01	2.79	75.00	225.32	45.06	50.00	95.07	1.48
FEB	105.50	42.60	663.41	180.26	1.80	2.48	0.50	21.30	84.20	0.98	82.49	1.71	49.49	229.75	45.95	33.00	78.95	1.23

CUADRO No. 11:

CAUDALES MENSUALES ESTIMADOS METODO: NRECA

ESTACION PLUVIOMETRICA: CHAZUTA

Peub : 0.60

Nominal : 368.86

GWF : 0.20

AREA DE LA CUENCA: 43.00 km2

AÑO: 1970

MES	P (mm)	ETP	HS	Hsub I	R1	P ETP	ETP	ETP	WB	R4	HE	^HS	R	Hsub f	ES	ED	EX (mm/me)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	298.60	39.20	665.11	183.80	1.80	7.62	1.00	39.20	259.4	0.98	254.37	5.03	152.62	336.43	67.29	101.75	169.04	2.64
ABR	266.50	30.40	670.14	269.14	1.82	8.77	1.00	30.40	236.1	0.98	232.14	3.96	139.28	408.42	81.68	92.85	174.54	2.72
MAY	94.01	29.40	674.10	326.74	1.83	3.20	1.00	29.40	64.61	0.99	63.65	0.96	38.19	364.93	72.99	25.46	98.45	1.54
JUN	76.93	27.50	675.06	291.94	1.83	2.80	1.00	27.50	49.43	0.99	48.72	0.71	29.23	321.17	64.23	19.49	83.72	1.31
JUL	59.02	31.60	675.78	256.94	1.83	1.87	1.00	31.60	27.42	0.99	27.03	0.39	16.22	273.16	54.63	10.81	65.44	1.02
AGO	69.20	37.30	676.16	218.53	1.83	1.86	1.00	37.30	31.9	0.99	31.46	0.44	18.87	237.40	47.48	12.58	60.06	0.94
SET	135.00	40.10	676.61	189.92	1.83	3.37	1.00	40.10	94.9	0.99	93.60	1.30	56.16	246.08	49.22	37.44	86.65	1.35
OCT	116.10	43.70	677.91	196.86	1.84	2.66	0.90	39.33	76.77	0.99	75.76	1.01	45.46	242.32	48.46	30.30	78.77	1.23
NOV	220.50	42.20	678.92	193.86	1.84	5.23	0.70	29.54	190.96	0.99	188.53	2.43	113.12	306.98	61.40	75.41	136.81	2.13
DIC	101.50	50.10	681.35	245.58	1.85	2.03	0.90	45.09	56.41	0.99	55.75	0.66	33.45	279.03	55.81	22.30	78.11	1.22
ENE	178.00	55.80	682.00	223.22	1.85	3.19	0.60	33.48	144.52	0.99	142.87	1.65	85.72	308.95	61.79	57.15	118.94	1.86
FEB	230.50	42.60	683.65	247.16	1.85	5.41	0.20	8.52	221.98	0.99	219.60	2.38	131.76	378.92	75.78	87.84	163.62	2.55

AÑO: 1971

MES	P (mm)	ETP	HS	Hsub I	R1	P ETP	ETP	ETP	WB	R4	HE	^HS	R	Hsub f	ES	ED	EX (mm/me)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	243.50	39.20	686.04	303.13	1.86	6.21	1.00	39.20	204.30	0.99	202.29	2.01	121.38	424.51	84.90	80.92	165.82	2.59
ABR	152.00	30.40	688.04	339.61	1.87	5.00	1.00	30.40	121.60	0.99	120.50	1.10	72.30	411.91	82.38	48.20	130.58	2.04
MAY	102.50	29.40	689.15	329.52	1.87	3.49	1.00	29.40	73.10	0.99	72.47	0.63	43.48	373.00	74.60	28.99	103.59	1.62
JUN	69.50	27.50	689.78	298.40	1.87	2.53	1.00	27.50	42.00	0.99	41.65	0.35	24.99	323.39	64.68	16.66	81.34	1.27
JUL	157.00	31.60	690.13	258.71	1.87	4.97	1.00	31.60	125.40	0.99	124.36	1.04	74.61	333.33	66.67	49.74	116.41	1.82
AGO	172.00	37.30	691.18	266.66	1.87	4.61	0.60	22.38	149.62	0.99	148.43	1.19	89.06	355.72	71.14	59.37	130.52	2.04
SET	176.00	40.10	692.37	284.57	1.88	4.39	0.60	24.06	151.94	0.99	150.79	1.15	90.47	375.05	75.01	60.32	135.33	2.11
OCT	225.50	43.70	693.52	300.04	1.88	5.16	1.00	43.70	181.80	0.99	180.49	1.31	108.30	408.34	81.67	72.20	153.87	2.40
NOV	51.50	42.20	694.82	326.67	1.88	1.22	1.00	42.20	9.30	0.99	9.24	0.06	5.54	332.21	66.44	3.69	70.14	1.09
DIC	134.50	50.10	694.89	265.77	1.88	2.68	1.00	50.10	84.40	0.99	83.83	0.57	50.30	316.07	63.21	33.53	96.75	1.51
ENE	309.50	55.80	695.45	252.85	1.89	5.55	1.00	55.80	253.70	0.99	252.03	1.67	151.22	404.07	80.81	100.81	181.63	2.83
FEB	186.50	42.60	697.12	323.26	1.89	4.38	1.00	42.60	143.90	0.99	143.03	0.87	85.82	409.08	81.82	57.21	139.03	2.17

CUADRO No. 11:

CAUDALES MENSUALES ESTIMADOS METODO: NRECA

ESTACION PLUVIOMETRICA: CHAZUTA

Peub : 0.60

Nominal : 368.86

GWF : 0.20

AREA DE LA CUENCA: 43.00 km2

ARO: 1972

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub I	R1	P ETP	ETA ETP	ETA	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	333.50	39.20	697.99	327.26	1.89	8.51	1.00	39.20	294.30	0.99	292.59	1.71	175.56	502.82	100.56	117.04	217.60	3.39
ABR	207.00	30.40	699.70	402.25	1.90	6.81	1.00	30.40	176.60	0.99	175.66	0.94	105.40	507.65	101.53	70.26	171.79	2.08
MAY	76.50	29.40	700.64	406.12	1.90	2.60	1.00	29.40	47.10	0.99	46.86	0.24	28.12	434.24	86.85	18.74	105.59	1.65
JUN	126.50	27.50	700.87	347.39	1.90	4.60	1.00	27.50	99.00	1.00	98.51	0.49	59.10	406.49	81.30	39.40	120.70	1.88
JUL	101.50	31.60	701.37	325.20	1.90	3.21	1.00	31.60	69.90	1.00	69.56	0.34	41.74	366.93	73.39	27.82	101.21	1.58
AGO	106.00	37.30	701.71	293.55	1.90	2.84	0.90	33.57	72.43	1.00	72.08	0.35	43.25	336.80	67.36	28.83	96.19	1.50
SET	224.00	40.10	702.05	269.44	1.90	5.59	0.80	32.08	191.92	1.00	191.02	0.90	114.61	384.05	76.81	76.41	153.22	2.39
OCT	206.50	43.70	702.95	307.24	1.91	4.73	1.00	43.70	162.80	1.00	162.08	0.72	97.25	404.49	80.90	64.83	145.73	2.27
NOV	47.00	42.20	703.67	323.59	1.91	1.11	1.00	42.20	4.80	1.00	4.78	0.02	2.87	326.46	65.29	1.91	67.20	1.05
DIC	157.50	50.10	703.69	261.17	1.91	3.14	1.00	50.10	107.40	1.00	106.94	0.46	64.17	325.33	65.07	42.78	107.84	1.68
ENE	129.00	55.80	704.15	260.27	1.91	2.31	1.00	55.80	73.20	1.00	72.90	0.30	43.74	304.00	60.80	29.16	89.96	1.40
FEB	166.90	42.60	704.45	243.20	1.91	3.92	1.00	42.60	124.30	1.00	123.79	0.51	74.28	317.48	63.50	49.52	113.01	1.76

87-

ARO: 1973

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub I	R1	P ETP	ETA ETP	ETA	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	194.50	39.20	704.96	253.98	1.91	4.96	1.00	39.20	155.30	1.00	154.69	0.61	92.81	346.80	69.36	61.87	131.23	2.05
ABR	146.50	30.40	705.57	277.44	1.91	4.82	1.00	30.40	116.10	1.00	115.66	0.44	69.40	346.83	69.37	46.26	115.63	1.80
MAY	85.50	29.40	706.01	277.47	1.91	2.91	1.00	29.40	56.10	1.00	55.89	0.21	33.54	311.00	62.20	22.36	84.56	1.32
JUN	121.00	27.50	706.22	248.80	1.91	4.40	1.00	27.50	93.50	1.00	93.16	0.34	55.90	304.70	60.94	37.26	98.20	1.53
JUL	111.50	31.60	706.56	243.76	1.92	3.53	1.00	31.60	79.90	1.00	79.61	0.29	47.77	291.53	58.31	31.85	90.15	1.41
AGO	127.00	37.30	706.85	233.22	1.92	3.40	1.00	37.30	89.70	1.00	89.39	0.31	53.63	286.85	57.37	35.75	93.12	1.45
SET	123.50	40.10	707.16	229.48	1.92	3.08	1.00	40.10	83.40	1.00	83.11	0.29	49.87	279.35	55.87	33.25	89.12	1.39
OCT	200.50	43.70	707.45	223.48	1.92	4.59	1.00	43.70	156.80	1.00	156.27	0.53	93.76	317.24	63.45	62.51	125.96	1.96
NOV	170.50	42.20	707.98	253.79	1.92	4.04	1.00	42.20	128.30	1.00	127.88	0.42	76.73	330.52	66.10	51.15	117.26	1.83
DIC	144.50	50.10	708.39	264.42	1.92	2.88	1.00	50.10	94.40	1.00	94.10	0.30	56.46	320.88	64.18	37.64	101.82	1.59
ENE	252.00	55.80	708.69	256.70	1.92	4.52	1.00	55.80	196.20	1.00	195.59	0.61	117.36	374.06	74.81	78.24	153.05	2.39
FEB	135.00	42.60	709.30	299.25	1.92	3.17	1.00	42.60	92.40	1.00	92.13	0.27	55.28	354.52	70.90	36.85	107.75	1.68

CUADRO No. 11:

CAUDALES MENSUALES ESTIMADOS METODO: NRECA

ESTACION PLUVIOMETRICA: CHAZUTA

Peub : 0.60

Nominal : 368.86

GWF : 0.20

AREA DE LA CUENCA: 43.00 km²

AÑO: 1974

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub l	R1	P ETP	ETA ETP	ETA	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m ³ /seg)
MAR	105.50	39.20	709.57	283.62	1.92	2.69	1.00	39.20	66.30	1.00	66.11	0.19	39.66	323.28	64.66	26.44	91.10	1.42
ABR	326.00	30.40	709.77	258.63	1.92	10.72	1.00	30.40	295.60	1.00	294.75	0.85	176.85	435.48	87.10	117.90	205.00	3.20
MAY	81.50	29.40	710.61	348.38	1.93	2.77	1.00	29.40	52.10	1.00	51.96	0.14	31.18	379.56	75.91	20.78	96.70	1.51
JUN	92.00	27.50	710.76	303.65	1.93	3.35	1.00	27.50	64.50	1.00	64.33	0.17	38.60	342.24	68.45	25.73	94.18	1.47
JUL	40.00	31.60	710.93	273.79	1.93	1.27	1.00	31.60	8.40	1.00	8.38	0.02	5.03	278.82	55.76	3.35	59.12	0.92
AGO	112.50	37.30	710.95	223.06	1.93	3.02	1.00	37.30	75.20	1.00	75.00	0.20	45.00	268.06	53.61	30.00	83.61	1.30
SET	57.50	40.10	711.15	214.45	1.93	1.43	1.00	40.10	17.40	1.00	17.35	0.05	10.41	224.86	44.97	6.94	51.91	0.81
OCT	138.50	43.70	711.19	179.89	1.93	3.17	1.00	43.70	94.80	1.00	94.55	0.25	56.73	236.62	47.32	37.82	85.15	1.33
NOV	75.00	42.20	711.44	189.30	1.93	1.78	1.00	42.20	32.80	1.00	32.72	0.08	19.63	208.93	41.79	13.09	54.87	0.86
DIC	149.00	50.10	711.52	167.14	1.93	2.97	1.00	50.10	98.90	1.00	98.65	0.25	59.19	226.33	45.27	39.46	84.73	1.32
ENE	168.50	55.80	711.77	181.06	1.93	3.02	1.00	55.80	112.70	1.00	112.42	0.28	67.45	248.52	49.70	44.97	94.67	1.48
FEB	213.00	42.60	712.05	198.81	1.93	5.00	1.00	42.60	170.40	1.00	169.99	0.41	101.99	300.81	60.16	67.99	128.16	2.00

AÑO: 1975

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub l	R1	P ETP	ETA ETP	ETA	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m ³ /seg)
MAR	247.00	39.20	712.46	240.65	1.93	6.30	1.00	39.20	207.80	1.00	207.31	0.49	124.39	365.03	73.01	82.93	155.93	2.43
ABR	93.00	30.40	712.95	292.03	1.93	3.06	1.00	30.40	62.60	1.00	62.46	0.14	37.48	329.50	65.90	24.98	90.88	1.42
MAY	157.50	29.40	713.09	263.60	1.93	5.36	1.00	29.40	128.10	1.00	127.81	0.29	76.69	340.29	68.06	51.13	119.18	1.86
JUN	77.00	27.50	713.38	272.23	1.93	2.80	1.00	27.50	49.50	1.00	49.39	0.11	29.64	301.87	60.37	19.76	80.13	1.25
JUL	137.50	31.60	713.48	241.49	1.93	4.35	1.00	31.60	105.90	1.00	105.67	0.23	63.40	304.90	60.98	42.27	103.25	1.61
AGO	319.50	37.30	713.71	243.92	1.93	8.57	1.00	37.30	282.20	1.00	281.60	0.60	168.96	412.88	82.58	112.64	195.22	3.05
SET	115.00	40.10	714.31	330.30	1.94	2.87	1.00	40.10	74.90	1.00	74.75	0.15	44.85	375.15	75.03	29.90	104.93	1.64
OCT	95.50	43.70	714.46	300.12	1.94	2.19	1.00	43.70	51.80	1.00	51.70	0.10	31.02	331.14	66.23	20.68	86.91	1.36
NOV	213.00	42.20	714.56	264.91	1.94	5.05	1.00	42.20	170.80	1.00	170.46	0.34	102.28	367.19	73.44	68.19	141.62	2.21
DIC	71.50	50.10	714.90	293.75	1.94	1.43	1.00	50.10	21.40	1.00	21.36	0.04	12.82	306.57	61.31	8.54	69.86	1.09
ENE	291.00	55.80	714.94	245.25	1.94	5.22	1.00	55.80	235.20	1.00	234.75	0.45	140.85	386.10	77.22	93.90	171.12	2.67
FEB	138.00	42.60	715.39	308.88	1.94	3.24	1.00	42.60	95.40	1.00	95.23	0.17	57.14	366.02	73.20	38.09	111.29	1.74

CUADRO No. 11:

CAUDALES MENSUALES ESTIMADOS METODO: NRECA

ESTACION PLUVIOMETRICA: CHAZUTA

Peub : 0.60

Nominal : 368.86

GWF : 0.20

AREA DE LA CUENCA: 43.00 km2

AÑO: 1976

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub l	R1	P ETP	ETA ETP	ETA	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	82.50	39.20	715.56	292.82	1.94	2.10	1.00	39.20	43.30	1.00	43.22	0.08	25.93	318.75	63.75	17.29	81.04	1.26
ABR	69.00	30.40	715.64	255.00	1.94	2.27	1.00	30.40	38.60	1.00	38.53	0.07	23.12	278.12	55.62	15.41	71.04	1.11
MAY	93.00	29.40	715.71	222.49	1.94	3.16	1.00	29.40	63.60	1.00	63.49	0.11	38.09	260.59	52.12	25.39	77.51	1.21
JUN	65.50	27.50	715.83	208.47	1.94	2.38	1.00	27.50	38.00	1.00	37.93	0.07	22.76	231.23	46.25	15.17	61.42	0.96
JUL	40.00	31.60	715.89	184.98	1.94	1.27	1.00	31.60	8.40	1.00	8.39	0.01	5.03	190.01	38.00	3.35	41.36	0.65
AGO	50.00	37.30	715.91	152.01	1.94	1.34	1.00	37.30	12.70	1.00	12.68	0.02	7.61	159.62	31.92	5.07	36.99	0.58
SET	130.50	40.10	715.93	127.69	1.94	3.25	1.00	40.10	90.40	1.00	90.24	0.16	54.15	181.84	36.37	36.10	72.46	1.13
OCT	184.50	43.70	716.09	145.47	1.94	4.22	1.00	43.70	140.80	1.00	140.56	0.24	84.33	229.81	45.96	56.22	102.18	1.59
NOV	170.00	42.20	716.33	183.85	1.94	4.03	1.00	42.20	127.80	1.00	127.59	0.21	76.55	260.40	52.08	51.03	103.11	1.61
DIC	94.30	50.10	716.54	208.32	1.94	1.88	1.00	50.10	44.20	1.00	44.13	0.07	26.48	234.79	46.96	17.65	64.61	1.01
ENE	4.00	55.80	716.62	187.83	1.94	0.07	1.00	55.80	(51.80)	0.00	0.00	(51.80)	0.00	187.83	37.57	0.00	37.57	0.59
FEB	93.00	42.60	664.82	150.27	1.80	2.18	1.00	42.60	50.40	0.98	49.42	0.98	29.65	179.92	35.98	19.77	55.75	0.87

AÑO: 1977

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub l	R1	P ETP	ETA ETP	ETA	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	93.50	39.20	665.80	143.93	1.81	2.39	1.00	39.20	54.30	0.98	53.27	1.03	31.96	175.89	35.18	21.31	56.49	0.88
ABR	209.50	30.40	666.83	140.72	1.81	6.89	1.00	30.40	179.10	0.98	175.79	3.31	105.48	246.19	49.24	70.32	119.56	1.87
MAY	119.00	29.40	670.14	196.95	1.82	4.05	1.00	29.40	89.60	0.98	88.10	1.50	52.86	249.81	49.96	35.24	95.20	1.33
JUN	134.50	27.50	671.64	199.85	1.82	4.89	1.00	27.50	107.00	0.98	105.28	1.72	63.17	263.02	52.60	42.11	94.72	1.48
JUL	21.00	31.60	673.36	210.41	1.83	0.66	1.00	31.60	(10.60)	0.00	0.00	(10.60)	0.00	210.41	42.08	0.00	42.08	0.66
AGO	87.00	37.30	662.76	168.33	1.80	2.33	1.00	37.30	49.70	0.98	48.67	1.03	29.20	197.54	39.51	19.47	58.98	0.92
SET	82.50	40.10	663.79	158.03	1.80	2.06	1.00	40.10	42.40	0.98	41.55	0.85	24.93	182.96	36.59	16.62	53.21	0.83
OCT	294.50	43.70	664.64	146.37	1.80	6.74	1.00	43.70	250.80	0.98	245.88	4.92	147.53	293.89	58.78	98.35	157.13	2.45
NOV	218.50	42.20	669.56	235.11	1.82	5.18	1.00	42.20	176.30	0.98	173.29	3.01	103.97	339.09	67.82	69.32	137.13	2.14
DIC	70.50	50.10	672.57	271.27	1.82	1.41	1.00	50.10	20.40	0.98	20.08	0.32	12.05	283.32	56.66	8.03	64.70	1.01
ENE	113.50	55.80	672.89	226.66	1.82	2.03	1.00	55.80	57.70	0.98	56.81	0.89	34.09	260.74	52.15	22.72	74.87	1.17
FEB	43.50	42.60	673.78	208.59	1.83	1.02	1.00	42.68	0.82	0.98	0.81	0.01	0.49	209.08	41.82	0.32	42.14	0.66

CUADRO No. 11:

CAUDALES MENSUALES ESTIMADOS METODO: NRECA

ESTACION PLUVIOMETRICA: CHAZUTA

Peub : 0.60

Nominal : 368.86

GWF : 0.20

AREA DE LA CUENCA: 43.00 km²

AÑO: 1978

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub l	R1	P ETP	ETP	ETP	WB	R4	HE	HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	295.00	39.20	673.79	167.26	1.83	7.53	1.57	61.37	233.63	0.98	230.13	3.51	138.08	305.34	61.07	92.05	153.12	2.39
ABR	212.50	30.40	677.30	244.27	1.84	6.99	1.49	45.31	167.19	0.99	164.94	2.24	98.97	343.24	68.65	65.98	134.62	2.10
MAY	184.50	29.40	679.54	274.59	1.84	6.28	1.42	41.63	142.87	0.99	141.09	1.78	84.66	359.24	71.85	56.44	128.29	2.00
JUN	34.50	27.50	681.32	287.40	1.85	1.25	1.02	28.04	6.46	0.99	6.39	0.08	3.83	291.23	58.25	2.56	60.80	0.95
JUL	91.10	31.60	681.40	232.98	1.85	2.88	1.14	36.14	54.96	0.99	54.32	0.64	32.59	265.57	53.11	21.73	74.84	1.17
AGO	93.50	37.30	682.04	212.46	1.85	2.51	1.11	41.54	51.96	0.99	51.37	0.59	30.82	243.28	48.66	20.55	69.20	1.08
SET	149.00	40.10	682.63	194.62	1.85	3.72	1.20	48.23	100.77	0.99	99.64	1.12	59.79	254.41	50.88	39.86	90.74	1.42
OCT	39.00	43.70	683.75	203.53	1.85	0.89	0.99	43.36	(4.36)	0.00	0.00	(4.36)	0.00	203.53	40.71	0.00	40.71	0.64
NOV	128.50	42.20	679.40	162.82	1.84	3.05	1.16	49.02	79.48	0.99	78.48	0.99	47.09	209.91	41.98	31.39	73.38	1.14
DIC	102.00	50.10	680.39	167.93	1.84	2.04	1.08	54.13	47.87	0.99	47.29	0.58	28.37	196.30	39.26	18.92	58.18	0.91
ENE	64.00	55.80	680.97	157.04	1.85	1.15	1.01	56.43	7.57	0.99	7.48	0.09	4.49	161.53	32.31	2.99	35.30	0.55
FEB	62.00	42.60	681.06	129.22	1.85	1.46	1.03	44.09	17.91	0.99	17.70	0.21	10.62	139.84	27.97	7.08	35.05	0.55

AÑO: 1979

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub l	R1	P ETP	ETP	ETP	WB	R4	HE	HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	325.50	39.20	681.27	111.87	1.85	8.30	1.00	39.20	286.30	0.99	282.95	3.35	169.77	281.64	56.33	113.18	169.51	2.64
ABR	124.00	30.40	684.62	225.31	1.86	4.08	1.00	30.40	93.60	0.99	92.63	0.97	55.58	280.89	56.18	37.05	93.23	1.45
MAY	77.50	29.40	685.59	224.71	1.86	2.64	1.00	29.40	48.10	0.99	47.62	0.48	28.57	253.29	50.66	19.05	69.71	1.09
JUN	33.00	27.50	686.07	202.63	1.86	1.20	1.00	27.50	5.50	0.99	5.45	0.05	3.27	205.90	41.18	2.18	43.36	0.68
JUL	98.00	31.60	686.13	164.72	1.86	3.10	1.00	31.60	66.40	0.99	65.75	0.65	39.45	204.17	40.83	26.30	67.13	1.05
AGO	43.00	37.30	686.78	163.33	1.86	1.15	1.00	37.30	5.70	0.99	5.65	0.05	3.39	166.72	33.34	2.26	35.60	0.56
SET	86.00	40.10	686.83	133.38	1.86	2.14	1.00	40.10	45.90	0.99	45.46	0.44	27.28	160.65	32.13	18.19	50.32	0.78
OCT	160.00	43.70	687.27	128.52	1.86	3.66	1.00	43.70	116.30	0.99	115.21	1.09	69.13	197.65	39.53	46.08	85.62	1.34
NOV	319.00	42.20	688.36	158.12	1.87	7.56	1.00	42.20	276.80	0.99	274.32	2.48	164.59	322.71	64.54	109.73	174.27	2.72
DIC	128.50	50.10	690.83	258.17	1.87	2.56	1.00	50.10	78.40	0.99	77.77	0.63	46.66	304.83	60.97	31.11	92.07	1.44
ENE	81.50	55.80	691.47	243.86	1.87	1.46	1.00	55.80	25.70	0.99	25.50	0.20	15.30	259.16	51.83	10.20	62.03	0.97
FEB	43.00	42.60	691.67	207.33	1.88	1.01	1.00	42.60	0.40	0.99	0.40	0.00	0.24	207.57	41.51	0.16	41.67	0.65

**CAUDALES MENSUALES ESTIMADOS
METODO: NRECA**

ESTACION PLUVIOMETRICA: CHAZUTA

Peub : 0.60

Nominal : 368.86

GWF : 0.20

AREA DE LA CUENCA: 43.00 km²

AÑO: 1980

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub i	R1	P ETP	ETR ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	163.00	39.20	691.67	166.06	1.88	4.16	1.00	39.20	123.80	0.99	122.84	0.96	73.70	239.76	47.95	49.13	97.09	1.51
ABR	100.00	30.40	692.64	191.81	1.88	3.29	1.00	30.40	69.60	0.99	69.08	0.52	41.45	233.25	46.65	27.63	74.28	1.16
MAY	59.50	29.40	693.16	186.60	1.88	2.02	1.00	29.40	30.10	0.99	29.88	0.22	17.93	204.53	40.91	11.95	52.86	0.82
JUN	31.00	27.50	693.38	163.62	1.88	1.13	1.00	27.50	3.50	0.99	3.47	0.03	2.08	165.71	33.14	1.39	34.53	0.54
JUL	43.00	31.60	693.40	132.57	1.88	1.36	1.00	31.60	11.40	0.99	11.32	0.08	6.79	139.36	27.87	4.53	32.40	0.51
AGO	64.50	37.30	693.48	111.49	1.88	1.73	1.00	37.30	27.20	0.99	27.00	0.20	16.20	127.69	25.54	10.80	36.34	0.57
SET	83.00	40.10	693.68	102.15	1.88	2.07	1.00	40.10	42.90	0.99	42.59	0.31	25.56	127.71	25.54	17.04	42.58	0.66
OCT	120.50	43.70	693.99	102.17	1.88	2.76	1.00	43.70	76.80	0.99	76.26	0.54	45.76	147.92	29.58	30.50	60.09	0.94
NOV	99.00	42.20	694.53	118.34	1.88	2.35	1.00	42.20	56.80	0.99	56.41	0.39	33.85	152.18	30.44	22.56	53.00	0.83
DIC	77.00	50.10	694.92	121.75	1.88	1.54	1.00	50.10	26.90	0.99	26.72	0.18	16.03	137.78	27.56	10.69	38.24	0.60
ENE	111.00	55.80	695.10	110.22	1.88	1.99	1.00	55.80	55.20	0.99	54.83	0.37	32.90	143.12	28.62	21.93	50.56	0.79
FEB	192.00	42.60	695.46	114.50	1.89	4.51	1.00	42.60	149.40	0.99	148.42	0.98	89.05	203.55	40.71	59.37	100.08	1.56

AÑO: 1981

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub i	R1	P ETP	ETR ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	114.50	39.20	696.45	162.84	1.89	2.92	1.11	43.41	71.09	0.99	70.64	0.45	42.39	205.22	41.04	28.26	69.30	1.08
ABR	137.00	30.40	696.89	164.18	1.89	4.51	1.19	36.30	100.70	0.99	100.08	0.62	60.05	224.23	44.85	40.03	84.88	1.32
MAY	19.50	29.40	697.51	179.38	1.89	0.66	0.98	28.86	(9.36)	0.00	0.00	(9.36)	0.00	179.38	35.88	0.00	35.88	0.56
JUN	102.00	27.50	688.15	143.51	1.87	3.71	1.18	32.51	69.49	0.99	68.87	0.63	41.32	184.83	36.97	27.55	64.51	1.01
JUL	41.50	31.60	688.77	147.86	1.87	1.31	1.02	32.26	9.24	0.99	9.16	0.08	5.50	153.36	30.67	3.66	34.34	0.54
AGO	113.50	37.30	688.86	122.69	1.87	3.04	1.14	42.35	71.15	0.99	70.53	0.62	42.32	165.00	33.00	28.21	61.21	0.95
SET	48.00	40.10	689.48	132.00	1.87	1.20	1.01	40.62	7.38	0.99	7.32	0.06	4.39	136.40	27.28	2.93	30.21	0.47
OCT	118.00	43.70	689.54	109.12	1.87	2.70	1.11	48.55	69.45	0.99	68.86	0.59	41.31	150.43	30.09	27.54	57.63	0.90
NOV	74.50	42.20	690.14	120.34	1.87	1.77	1.05	44.28	30.22	0.99	29.97	0.25	17.98	138.32	27.66	11.99	39.65	0.62
DIC	138.50	50.10	690.30	110.68	1.87	2.76	1.11	55.77	82.73	0.99	82.05	0.68	40.23	159.89	31.98	32.82	64.80	1.01
ENE	258.20	55.80	691.07	127.91	1.87	4.63	1.23	68.60	189.60	0.99	188.08	1.52	112.85	240.76	48.15	75.23	123.39	1.92
FEB	93.10	42.60	692.58	192.61	1.88	2.19	1.07	45.69	47.41	0.99	47.06	0.35	28.23	220.84	44.17	18.82	62.99	0.98

**CAUDALES MENSUALES ESTIMADOS
METODO: NRECA**

ESTACION PLUVIOMETRICA: CHAZUTA

Peub : 0.60

Nominal : 368.86

GWF : 0.20

AREA DE LA CUENCA: 43.00 km2

AÑO: 1982

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub i	R1	P ETP	ETR ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	164.50	39.20	692.94	176.67	1.88	4.20	1.00	39.20	125.30	0.99	124.38	0.92	74.63	251.30	50.26	49.75	100.01	1.56
ABR	183.10	30.40	693.86	201.04	1.88	6.02	1.00	30.40	152.70	0.99	151.62	1.08	90.97	292.01	58.40	60.65	119.05	1.86
MAY	79.90	29.40	694.94	233.61	1.88	2.72	1.00	29.40	50.50	0.99	50.16	0.34	30.10	263.71	52.74	20.06	72.81	1.14
JUN	82.00	27.50	695.26	210.96	1.88	2.98	1.00	27.50	54.50	0.99	54.14	0.36	32.48	243.45	48.69	21.66	70.35	1.10
JUL	77.10	31.60	695.64	194.76	1.89	2.44	1.00	31.60	45.50	0.99	45.20	0.30	27.12	221.88	44.38	18.08	62.46	0.97
AGO	39.00	37.30	695.94	177.50	1.89	1.05	1.00	37.30	1.70	0.99	1.69	0.01	1.01	178.52	35.70	0.68	36.38	0.57
SET	79.50	40.10	695.95	142.81	1.89	1.98	1.00	40.10	39.40	0.99	39.15	0.25	23.49	166.30	33.26	15.66	48.92	0.76
OCT	99.20	43.70	696.20	133.04	1.89	2.27	1.00	43.70	55.50	0.99	55.15	0.35	33.09	166.13	33.23	22.06	55.29	0.86
NOV	216.40	42.20	696.55	132.91	1.89	5.13	1.00	42.20	174.20	0.99	173.12	1.08	103.87	236.77	47.35	69.25	116.60	1.82
DIC	118.40	50.10	697.64	189.42	1.89	2.36	1.00	50.10	68.30	0.99	67.90	0.40	40.74	230.16	46.03	27.16	73.19	1.14
ENE	156.40	55.80	698.04	184.13	1.89	2.80	1.00	55.80	100.60	0.99	100.02	0.58	60.01	244.14	48.83	40.01	88.83	1.39
FEB	161.20	42.60	698.62	195.31	1.89	3.78	1.00	42.60	118.60	0.99	117.93	0.67	70.76	266.07	53.21	47.17	100.39	1.57

AÑO: 1983

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub i	R1	P ETP	ETR ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	98.50	39.20	699.29	212.86	1.90	2.51	1.00	39.20	59.30	0.99	58.98	0.32	35.39	248.24	49.65	23.59	73.24	1.14
ABR	196.50	30.40	699.61	198.59	1.90	6.46	1.00	30.40	166.10	0.99	165.21	0.89	99.13	297.72	59.54	66.09	125.63	1.96
MAY	133.50	29.40	700.50	238.18	1.90	4.54	1.00	29.40	104.10	0.99	103.57	0.53	62.14	300.32	60.06	41.43	101.49	1.58
JUN	16.00	27.50	701.03	240.26	1.90	0.58	1.00	27.50	(11.50)	0.00	0.00	(11.50)	0.00	240.26	48.05	0.00	48.05	0.75
JUL	9.00	31.60	689.53	192.20	1.87	0.28	1.00	31.60	(22.60)	0.00	0.00	(22.60)	0.00	192.20	38.44	0.00	38.44	0.60
AGO	21.50	37.30	686.93	153.76	1.81	0.58	1.00	37.30	(15.80)	0.00	0.00	(15.80)	0.00	153.76	30.75	0.00	30.75	0.48
SET	91.50	40.10	651.13	123.01	1.77	2.28	1.00	40.10	51.40	0.97	49.98	1.42	29.99	153.00	30.60	19.99	50.59	0.79
OCT	115.40	43.70	652.54	122.40	1.77	2.64	1.00	43.70	71.70	0.97	69.79	1.91	41.67	164.27	32.85	27.92	60.77	0.95
NOV	80.60	42.20	654.46	131.42	1.77	1.91	1.00	42.20	38.30	0.97	37.32	0.98	22.39	153.81	30.76	14.93	45.69	0.71
DIC	145.00	50.10	655.43	123.05	1.78	2.89	1.00	50.10	94.90	0.98	92.54	2.36	55.52	178.57	35.71	37.02	72.73	1.13
ENE	101.00	55.80	657.79	142.86	1.78	1.81	1.00	55.80	45.20	0.98	44.14	1.06	26.48	169.34	33.87	17.66	51.52	0.80
FEB	129.60	42.60	658.85	135.47	1.79	3.04	1.00	42.60	87.00	0.98	85.01	1.99	51.01	186.48	37.30	34.00	71.30	1.11

CUADRO No. 11:

CAUDALES MENSUALES ESTIMADOS METODO: NRECA

ESTACION PLUVIOMETRICA: CHAZUTA

Peub : 0.60

Nominal : 368.86

GWF : 0.20

AREA DE LA CUENCA: 43.00 km²

AÑO: 1984

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub i	R1	P ETP	ETR ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	50.50	39.20	660.84	149.18	1.79	1.29	1.00	39.20	11.30	0.98	11.05	0.25	6.63	155.82	31.16	4.42	35.59	0.56
ABR	143.40	30.40	661.09	124.65	1.79	4.72	1.00	30.40	113.00	0.98	110.56	2.44	66.34	190.99	38.20	44.22	82.42	1.29
MAY	95.00	29.40	663.53	152.79	1.80	3.23	1.00	29.40	65.60	0.98	64.27	1.33	38.56	191.36	38.27	25.71	63.98	1.00
JUN	118.50	27.50	664.85	153.09	1.80	4.31	1.00	27.50	91.00	0.98	89.22	1.78	53.53	206.62	41.32	35.69	77.01	1.20
JUL	22.00	31.60	666.63	165.30	1.81	0.70	1.00	31.60	(9.60)	0.00	0.00	(9.60)	0.00	165.30	33.06	0.00	33.06	0.52
AGO	62.00	37.30	657.03	132.24	1.78	1.66	1.00	37.30	24.70	0.98	24.11	0.59	14.47	146.70	29.34	9.64	38.98	0.61
SET	59.00	40.10	657.62	117.36	1.78	1.47	1.00	40.10	18.90	0.98	18.45	0.45	11.07	128.43	25.69	7.38	33.07	0.52
OCT	81.00	43.70	658.07	102.75	1.78	1.85	1.00	43.70	37.30	0.98	36.43	0.87	21.86	124.61	24.92	14.57	39.49	0.62
NOV	139.00	42.20	658.94	99.68	1.79	3.29	1.00	42.20	96.80	0.98	94.59	2.21	56.76	156.44	31.29	37.84	69.12	1.08
DIC	73.00	50.10	661.14	125.15	1.79	1.46	1.00	50.10	22.90	0.98	22.41	0.49	13.44	138.60	27.72	8.96	36.68	0.57
ENE	106.50	55.80	661.64	110.88	1.79	1.91	1.00	55.80	50.70	0.98	49.62	1.08	29.77	140.65	28.13	19.85	47.98	0.75
FEB	105.50	42.60	662.72	112.52	1.80	2.48	1.00	42.60	62.90	0.98	61.60	1.30	36.96	149.48	29.90	24.64	54.54	0.85

-93-

AÑO: 1985

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub i	R1	P ETP	ETR ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	134.00	39.20	664.02	119.58	1.80	3.42	1.00	39.20	94.80	0.98	92.91	1.89	55.74	175.33	35.07	37.16	72.23	1.13
ABR	155.50	30.40	665.91	140.26	1.81	5.12	1.00	30.40	125.10	0.98	122.73	2.37	73.64	213.90	42.78	49.09	91.87	1.43
MAY	120.50	29.40	668.28	171.12	1.81	4.10	1.00	29.40	91.10	0.98	89.49	1.61	53.69	224.81	44.96	35.79	80.76	1.26
JUN	57.50	27.50	669.89	179.85	1.82	2.09	1.00	27.50	30.00	0.98	29.49	0.51	17.70	197.54	39.51	11.80	51.31	0.80
JUL	3.50	31.60	670.40	158.04	1.82	0.11	1.00	31.60	(28.10)	0.00	0.00	(28.10)	0.00	158.04	31.61	0.00	31.61	0.49
AGO	49.00	37.30	642.30	126.43	1.74	1.31	1.00	37.30	11.70	0.97	11.31	0.39	6.79	133.21	26.64	4.52	31.17	0.49
SET	87.50	40.10	642.69	106.57	1.74	2.18	1.00	40.10	47.40	0.97	45.83	1.57	27.50	134.07	26.81	18.33	45.14	0.70
OCT	68.50	43.70	644.27	107.25	1.75	1.57	1.00	43.70	24.80	0.97	24.00	0.80	14.40	121.66	24.33	9.60	33.93	0.53
NOV	145.50	42.20	645.06	97.32	1.75	3.45	1.00	42.20	103.30	0.97	100.04	3.26	60.02	157.35	31.47	40.02	71.49	1.12
DIC	15.00	50.10	648.32	125.88	1.76	0.30	0.90	45.09	(30.09)	0.00	0.00	(30.09)	0.00	125.88	25.18	0.00	25.18	0.39
ENE	156.00	55.80	618.23	100.70	1.68	2.80	1.00	55.80	100.20	0.95	94.94	5.26	56.97	157.67	31.53	37.98	69.51	1.08
FEB	149.50	42.60	623.49	126.14	1.69	3.51	1.00	42.60	106.90	0.95	101.77	5.13	61.06	187.20	37.44	40.71	78.15	1.22

CUADRO No. 11:

CAUDALES MENSUALES ESTIMADOS METODO: NRECA

ESTACION PLUVIOMETRICA: CHAZUTA

Peub : 0.60

Nominal : 368.86

GWF : 0.20

AREA DE LA CUENCA: 43.00 km²

AÑO: 1986

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub i	R1	P ETP	ETR ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m ³ /seg)
MAR	126.00	39.20	628.61	149.76	1.70	3.21	1.00	39.20	86.80	0.96	83.00	3.80	49.80	199.56	39.91	33.20	73.11	1.14
ABR	106.00	30.40	632.41	159.65	1.71	3.49	1.00	30.40	75.60	0.96	72.52	3.08	43.51	203.16	40.63	29.01	69.64	1.09
MAY	93.50	29.40	635.49	162.53	1.72	3.18	1.00	29.40	64.10	0.96	61.64	2.46	36.98	199.51	39.90	24.66	64.56	1.01
JUN	16.00	27.50	637.95	159.61	1.73	0.58	0.90	24.75	(8.75)	0.00	0.00	(8.75)	0.00	159.61	31.92	0.00	31.92	0.50
JUL	71.60	31.60	629.20	127.69	1.71	2.27	1.00	31.60	40.00	0.96	38.27	1.73	22.96	150.65	30.13	15.31	45.44	0.71
AGO	35.00	37.30	630.94	120.52	1.71	0.94	1.00	37.30	(2.30)	0.00	0.00	(2.30)	0.00	120.52	24.10	0.00	24.10	0.38
SET	41.50	40.10	628.64	96.42	1.70	1.03	1.00	40.10	1.40	0.96	1.34	0.06	0.80	97.22	19.44	0.54	19.98	0.31
OCT	51.50	43.70	628.70	77.77	1.70	1.18	1.00	43.70	7.80	0.96	7.46	0.34	4.48	82.25	16.45	2.98	19.43	0.30
NOV	52.50	42.20	629.04	65.80	1.71	1.24	1.00	42.20	10.30	0.96	9.85	0.45	5.91	71.71	14.34	3.94	18.28	0.29
DIC	37.00	50.10	629.48	57.37	1.71	0.74	1.00	50.10	(13.10)	0.00	0.00	(13.10)	0.00	57.37	11.47	0.00	11.47	0.18
ENE	70.50	55.80	616.38	45.90	1.67	1.26	1.00	55.80	14.70	0.95	13.90	0.80	8.34	54.24	10.85	5.56	16.41	0.26
FEB	139.50	42.60	617.18	43.39	1.67	3.27	1.00	42.60	96.90	0.95	91.73	5.17	55.04	98.43	19.69	36.69	56.38	0.88

AÑO: 1987

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub i	R1	P ETP	ETR ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m ³ /seg)
MAR	74.50	39.20	622.35	78.74	1.69	1.90	1.00	39.20	35.30	0.95	33.57	1.73	20.14	98.89	19.78	13.43	33.21	0.52
ABR	73.00	30.40	624.08	79.11	1.69	2.40	1.00	30.40	42.60	0.95	40.58	2.02	24.35	103.46	20.69	16.23	36.92	0.58
MAY	63.00	29.40	626.10	82.76	1.70	2.14	1.00	29.40	33.60	0.95	32.06	1.54	19.24	102.00	20.40	12.82	33.22	0.52
JUN	43.00	27.50	627.64	81.60	1.70	1.56	1.00	27.50	15.50	0.96	14.81	0.69	8.89	90.49	18.10	5.92	24.02	0.37
JUL	63.00	31.60	628.33	72.39	1.70	1.99	1.00	31.60	31.40	0.96	30.02	1.38	18.01	90.40	18.08	12.01	30.09	0.47
AGO	40.00	37.30	629.71	72.32	1.71	1.07	1.00	37.30	2.70	0.96	2.58	0.12	1.55	73.87	14.77	1.03	15.81	0.25
SET	44.00	40.10	629.83	59.10	1.71	1.10	1.00	40.10	3.90	0.96	3.73	0.17	2.24	61.34	12.27	1.49	13.76	0.21
OCT	80.00	43.70	629.99	49.07	1.71	1.83	1.00	43.70	36.30	0.96	34.75	1.55	20.85	69.92	13.98	13.90	27.88	0.44
NOV	100.50	42.20	631.54	55.94	1.71	2.38	1.00	42.20	58.30	0.96	55.88	2.42	33.53	89.47	17.89	22.35	40.25	0.63
DIC	37.00	50.10	633.96	71.57	1.72	0.74	1.00	50.10	(13.10)	0.00	0.00	(13.10)	0.00	71.57	14.31	0.00	14.31	0.22
ENE	55.00	55.80	620.86	57.26	1.68	0.99	1.00	55.80	(0.80)	0.00	0.00	(0.80)	0.00	57.26	11.45	0.00	11.45	0.18
FEB	120.00	42.60	620.06	45.81	1.68	2.82	1.00	42.60	77.40	0.95	73.46	3.94	44.08	89.88	17.98	29.38	47.36	0.74

CUADRO No. 11:

CAUDALES MENSUALES ESTIMADOS METODO: NRECA

ESTACION PLUVIOMETRICA: CHAZUTA

Peub : 0.60

Nominal : 368.86

GWF : 0.20

AREA DE LA CUENCA: 43.00 km²

AÑO: 1988

MES	P (mm)	ETP	HS	Hsub l	R1	P ETP	ETR ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Hsub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	124.00	39.20	624.00	71.91	1.69	3.16	1.00	39.20	84.80	0.95	80.77	4.03	48.46	120.37	24.07	32.31	56.38	0.88
ABR	83.00	30.40	628.03	96.30	1.70	2.73	1.00	30.40	52.60	0.96	50.27	2.33	30.16	126.46	25.29	20.11	45.40	0.71
MAY	34.00	29.40	630.35	101.17	1.71	1.16	1.00	29.40	4.60	0.96	4.41	0.19	2.64	103.81	20.76	1.76	22.52	0.35
JUN	41.00	27.50	630.55	83.05	1.71	1.49	1.00	27.50	13.50	0.96	12.93	0.57	7.76	90.81	18.16	5.17	23.33	0.36
JUL	31.00	31.60	631.12	72.65	1.71	0.98	1.00	31.51	(0.51)	0.00	0.00	(0.51)	0.00	72.65	14.53	0.00	14.53	0.23
AGO	51.50	37.30	630.60	58.12	1.71	1.38	1.00	37.30	14.20	0.96	13.60	0.60	8.16	66.28	13.26	5.44	18.70	0.29
SET	69.00	40.10	631.20	53.02	1.71	1.72	1.00	40.10	28.90	0.96	27.69	1.21	16.62	69.64	13.93	11.08	25.01	0.39
OCT	90.00	43.70	632.41	55.71	1.71	2.06	1.00	43.70	46.30	0.96	44.41	1.89	26.65	82.36	16.47	17.77	34.24	0.53
NOV	79.00	42.20	634.29	65.89	1.72	1.87	1.00	42.20	36.80	0.96	35.35	1.45	21.21	87.10	17.42	14.14	31.56	0.49
DIC	29.50	50.10	635.74	69.68	1.72	0.59	0.90	45.09	(15.59)	0.00	0.00	(15.59)	0.00	69.68	13.94	0.00	13.94	0.22
ENE	63.00	55.80	620.15	55.74	1.68	1.13	1.00	55.80	7.20	0.95	6.83	0.37	4.10	59.84	11.97	2.73	14.70	0.23
FEB	111.00	42.60	620.52	47.88	1.68	2.61	1.00	42.60	68.40	0.95	64.95	3.45	38.97	86.84	17.37	25.98	43.35	0.68

AÑO: 1989

MES	P (mm)	ETP	HS	Hsub l	R1	P ETP	ETR ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Hsub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	116.00	39.20	623.97	69.47	1.69	2.96	1.00	39.20	76.80	0.95	73.15	3.65	43.89	113.36	22.67	29.26	51.93	0.81
ABR	98.00	30.40	627.62	90.69	1.70	3.22	1.00	30.40	67.60	0.96	64.59	3.01	38.75	129.44	25.89	25.84	51.72	0.81
MAY	116.00	29.40	630.63	103.56	1.71	3.95	1.00	29.40	86.60	0.96	82.95	3.65	49.77	153.33	30.67	33.18	63.85	1.00
JUN	71.00	27.50	634.28	122.66	1.72	2.58	1.00	27.50	43.50	0.96	41.79	1.71	25.07	147.73	29.55	16.72	46.26	0.72
JUL	32.00	31.60	635.99	118.19	1.72	1.01	1.00	31.60	0.40	0.96	0.38	0.02	0.23	118.42	23.68	0.15	23.84	0.37
AGO	49.00	37.30	636.01	94.73	1.72	1.31	1.00	37.30	11.70	0.96	11.26	0.44	6.75	101.49	20.30	4.50	24.80	0.39
SET	77.00	40.10	636.45	81.19	1.73	1.92	1.00	40.10	36.90	0.96	35.51	1.39	21.31	102.50	20.50	14.20	34.70	0.54
OCT	119.00	43.70	637.84	82.00	1.73	2.72	1.00	43.70	75.30	0.96	72.54	2.76	43.52	125.52	25.10	29.02	54.12	0.84
NOV	43.00	42.20	640.60	100.42	1.74	1.02	1.00	42.31	0.69	0.97	0.67	0.02	0.40	100.82	20.16	0.27	20.43	0.32
DIC	14.00	50.10	640.63	80.65	1.74	0.28	0.91	45.35	(31.35)	0.00	0.00	(31.35)	0.00	80.65	16.13	0.00	16.13	0.25
ENE	81.00	55.80	609.28	64.52	1.65	1.45	1.00	55.80	25.20	0.94	23.67	1.53	14.20	78.73	15.75	9.47	25.21	0.39
FEB	62.00	42.60	610.81	62.98	1.66	1.92	1.00	42.60	39.40	0.94	37.07	2.33	22.24	65.22	17.04	14.83	31.87	0.50

**CAUDALES MENSUALES ESTIMADOS
METODO: NRECA**

ESTACION PLUVIOMETRICA: CHAZUTA

Peub : 0.60

Nominal : 368.86

GWF : 0.20

AREA DE LA CUENCA: 43.00 km2

AÑO: 1990

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub I	R1	P ETP	ETR ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	134.00	39.20	613.14	68.18	1.66	3.42	1.00	39.20	94.80	0.94	89.39	5.41	53.64	121.81	24.36	35.76	60.12	0.94
ABR	84.00	30.40	618.55	97.45	1.68	2.76	1.00	30.40	53.60	0.95	50.80	2.80	30.48	127.93	25.59	20.32	45.91	0.72
MAY	86.00	29.40	621.34	102.35	1.68	2.93	1.00	29.40	56.60	0.95	53.78	2.82	32.27	134.62	26.92	21.51	48.44	0.76
JUN	128.00	27.50	624.16	107.69	1.69	4.65	1.00	27.50	100.50	0.95	95.74	4.76	57.44	165.13	33.03	38.29	71.32	1.11
JUL	41.00	31.60	628.92	132.11	1.71	1.30	1.00	31.60	9.40	0.96	8.99	0.41	5.39	137.50	27.50	3.60	31.10	0.49
AGO	51.00	37.30	629.33	110.00	1.71	1.37	1.00	37.30	13.70	0.96	13.11	0.59	7.87	117.87	23.57	5.24	28.82	0.45
SET	56.00	40.10	629.92	94.29	1.71	1.40	1.00	40.10	15.90	0.96	15.22	0.68	9.13	103.43	20.69	6.09	26.77	0.42
OCT	119.00	43.70	630.60	82.74	1.71	2.72	1.00	43.70	75.30	0.96	72.12	3.18	43.27	126.02	25.20	28.85	54.05	0.84
NOV	96.00	42.20	633.78	100.81	1.72	2.27	1.00	42.20	53.80	0.96	51.66	2.14	31.00	131.81	26.36	20.67	47.03	0.73
DIC	93.00	50.10	635.91	105.45	1.72	1.86	1.00	50.10	42.90	0.96	41.27	1.63	24.76	130.21	26.04	16.51	42.55	0.66
ENE	122.00	55.80	637.55	104.17	1.73	2.19	1.00	55.80	66.20	0.96	63.76	2.44	38.26	142.42	28.48	25.50	53.99	0.84
FEB	105.00	42.60	639.99	113.94	1.74	2.46	1.00	42.60	62.40	0.96	60.21	2.19	36.13	150.06	30.01	24.08	54.10	0.84

AÑO: 1991

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub I	R1	P ETP	ETR ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	207.00	39.20	642.18	120.05	1.74	5.28	1.00	39.20	167.80	0.97	162.17	5.63	97.30	217.35	43.47	64.87	108.34	1.69
ABR	94.00	30.40	647.81	173.88	1.76	3.09	1.00	30.40	63.60	0.97	61.71	1.89	37.03	210.91	42.18	24.68	66.87	1.04
MAY	106.00	29.40	649.70	168.73	1.76	3.61	1.00	29.40	76.60	0.97	74.42	2.18	44.65	213.38	42.68	29.77	72.44	1.13
JUN	85.00	27.50	651.88	170.70	1.77	3.09	1.00	27.50	57.50	0.97	55.94	1.56	33.57	204.27	40.85	22.38	63.23	0.99
JUL	50.00	31.60	653.44	163.41	1.77	1.58	1.00	31.60	18.40	0.97	17.92	0.48	10.75	174.17	34.83	7.17	42.00	0.66
AGO	47.00	37.30	653.92	139.33	1.77	1.26	1.00	37.30	9.70	0.97	9.45	0.25	5.67	145.00	29.00	3.78	32.78	0.51
SET	94.00	40.10	654.17	116.00	1.77	2.34	1.00	40.10	53.90	0.97	52.52	1.38	31.51	147.51	29.50	21.01	50.51	0.79
OCT	110.00	43.70	655.55	118.01	1.78	2.52	1.00	43.70	66.30	0.98	64.65	1.65	38.79	156.80	31.36	25.86	57.22	0.89
NOV	143.00	42.20	657.19	125.44	1.78	3.39	1.00	42.20	100.80	0.98	98.40	2.40	59.04	184.48	36.90	39.36	76.26	1.19
DIC	23.20	50.10	659.60	147.59	1.79	0.46	0.90	45.00	(21.89)	0.00	0.00	(21.89)	0.00	147.59	29.52	0.00	29.52	0.46
ENE	115.00	55.80	637.71	118.07	1.73	2.06	1.00	55.80	59.20	0.96	57.02	2.18	34.21	152.28	30.46	22.81	53.27	0.83
FEB	163.50	42.60	639.88	121.83	1.73	3.84	1.00	42.60	120.90	0.96	116.65	4.25	69.99	191.81	38.36	46.66	85.02	1.33

CUADRO No. 11:

CAUDALES MENSUALES ESTIMADOS METODO: NRECA

ESTACION PLUVIOMETRICA: CHAZUTA

Peub : 0.60

Nominal : 368.86

GWF : 0.20

AREA DE LA CUENCA: 43.00 km2

AÑO: 1992

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub I	R1	P ETP	ETA ETP	ETA	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	346.50	39.20	644.14	153.45	1.75	8.84	1.00	39.20	307.30	0.97	297.41	9.89	178.45	331.90	66.38	118.96	185.34	2.89
ABR	169.00	30.40	654.03	265.52	1.77	5.56	1.00	30.40	138.60	0.97	135.03	3.57	81.02	346.54	69.31	54.01	123.32	1.92
MAY	58.50	29.40	657.59	277.23	1.78	1.99	1.00	29.40	29.10	0.98	28.41	0.69	17.05	294.28	58.86	11.37	70.22	1.10
JUN	65.00	27.50	658.28	235.42	1.78	2.36	1.00	27.50	37.50	0.98	36.63	0.87	21.98	257.40	51.48	14.65	66.13	1.03
JUL	36.00	31.60	659.15	205.92	1.79	1.14	1.00	31.60	4.40	0.98	4.30	0.10	2.58	208.50	41.70	1.72	43.42	0.68
AGO	147.00	37.30	659.25	166.80	1.79	3.94	1.00	37.30	109.70	0.98	107.22	2.48	64.33	231.13	46.23	42.89	89.11	1.39
SET	131.00	40.10	661.73	184.90	1.79	3.27	1.00	40.10	90.90	0.98	88.97	1.93	53.38	238.29	47.66	35.59	83.25	1.30
OCT	137.00	43.70	663.66	190.63	1.80	3.14	1.00	43.70	93.30	0.98	91.42	1.88	54.85	245.48	49.10	36.57	85.66	1.34
NOV	175.80	42.20	665.54	196.39	1.80	4.17	1.00	42.20	133.60	0.98	131.04	2.56	78.63	275.01	55.00	52.42	107.42	1.68
DIC	162.00	50.10	668.10	220.01	1.81	3.23	1.00	50.10	111.90	0.98	109.91	1.99	65.94	285.95	57.19	43.96	101.15	1.58
ENE	203.30	55.80	670.09	228.76	1.82	3.64	1.00	55.80	147.50	0.98	145.02	2.48	87.01	315.77	63.15	58.01	121.16	1.89
FEB	293.00	42.60	672.57	252.62	1.82	6.88	1.00	42.60	250.40	0.98	246.49	3.91	147.90	400.52	80.10	98.60	178.70	2.79

-97-

AÑO: 1993

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub I	R1	P ETP	ETA ETP	ETA	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	285.00	39.20	676.48	320.41	1.83	7.27	1.00	39.20	245.80	0.99	242.41	3.39	145.45	465.86	93.17	96.96	190.14	2.97
ABR	76.50	30.40	679.87	372.69	1.84	2.52	1.00	30.40	46.10	0.99	45.53	0.57	27.32	400.01	80.00	18.21	98.21	1.53
MAY	125.00	29.40	680.43	320.01	1.84	4.25	1.00	29.40	95.60	0.99	94.45	1.15	56.67	376.67	75.33	37.78	113.11	1.76
JUN	100.50	27.50	681.59	301.34	1.85	3.65	1.00	27.50	73.00	0.99	72.15	0.85	43.29	344.63	68.93	28.86	97.79	1.53
JUL	80.00	31.60	682.43	275.71	1.85	2.53	1.00	31.60	48.40	0.99	47.86	0.54	28.71	304.42	60.88	19.14	80.03	1.25
AGO	81.50	37.30	682.97	243.54	1.85	2.18	1.00	37.30	44.20	0.99	43.71	0.49	26.23	269.76	53.95	17.49	71.44	1.11
SET	75.00	40.10	683.46	215.81	1.85	1.87	1.00	40.10	34.90	0.99	34.52	0.38	20.71	236.52	47.30	13.81	61.11	0.95
OCT	110.00	43.70	683.84	189.22	1.85	2.52	1.00	43.70	66.30	0.99	65.59	0.71	39.36	228.58	45.72	26.24	71.95	1.12
NOV	222.00	42.20	684.55	182.86	1.86	5.26	1.00	42.20	179.80	0.99	177.93	1.87	106.76	289.62	57.92	71.17	129.10	2.01
DIC	190.00	50.10	686.41	231.70	1.86	3.79	1.00	50.10	139.90	0.99	138.55	1.35	83.13	314.82	62.96	55.42	118.38	1.85
ENE	150.00	55.80	687.77	251.86	1.86	2.69	1.00	55.80	94.20	0.99	93.34	0.86	56.00	307.86	61.57	37.33	98.91	1.54
FEB	95.00	42.60	688.63	246.29	1.87	2.23	1.00	42.60	52.40	0.99	51.94	0.46	31.16	277.45	55.49	20.77	76.26	1.19

CUADRO No. 11:

CAUDALES MENSUALES ESTIMADOS METODO: NRECA

ESTACION PLUVIOMETRICA: CHAZUTA

Peub : 0.60

Nominal : 368.86

GWF : 0.20

AREA DE LA CUENCA: 43.00 km2

AÑO: 1994

MES	P (mm)	ETP	HS	Heub l	R1	P ETP	ETR ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Heub f	ES	ED	EX (mm/mes)	CAUDAL (m3/seg)
MAR	151.00	39.20	689.10	221.96	1.87	3.85	1.00	39.20	111.80	0.99	110.83	0.97	66.50	288.46	57.69	44.33	102.02	1.59
ABR	197.00	30.40	690.07	230.77	1.87	6.48	1.00	30.40	166.60	0.99	165.21	1.39	99.13	329.89	65.98	66.08	132.06	2.06
MAY	74.00	29.40	691.46	263.91	1.87	2.52	1.00	29.40	44.60	0.99	44.25	0.35	26.55	290.46	58.09	17.70	75.79	1.18
JUN	169.00	27.50	691.81	232.37	1.88	6.15	1.00	27.50	141.50	0.99	140.40	1.10	84.24	316.61	63.32	56.16	119.48	1.86
JUL	135.00	31.60	692.90	253.29	1.88	4.27	1.00	31.60	103.40	0.99	102.64	0.76	61.58	314.87	62.97	41.05	104.03	1.62
AGO	74.00	37.30	693.67	251.90	1.88	1.98	1.00	37.30	36.70	0.99	36.44	0.26	21.86	273.76	54.76	14.58	69.33	1.08
SET	117.00	40.10	693.93	219.01	1.88	2.92	1.00	40.10	76.90	0.99	76.36	0.54	45.81	264.82	52.96	30.54	83.51	1.30
OCT	211.00	43.70	694.47	211.86	1.88	4.83	1.00	43.70	167.30	0.99	166.15	1.15	99.69	311.55	62.31	66.46	128.77	2.01
NOV	111.00	42.20	695.62	249.24	1.89	2.63	1.00	42.20	68.80	0.99	68.35	0.45	41.01	290.25	58.05	27.34	85.39	1.33
DIC	213.00	50.10	696.07	232.20	1.89	4.25	1.00	50.10	162.90	0.99	161.86	1.04	97.12	329.32	65.86	64.74	130.61	2.04
ENE	0.00	55.80	697.11	263.45	1.89	0.00	0.90	50.22	(50.22)	0.00	0.00	(50.22)	0.00	263.45	52.69	0.00	52.69	0.82
FEB	0.00	42.60	646.89	210.76	1.75	0.00	0.90	38.34	(38.34)	0.00	0.00	(38.34)	0.00	210.76	42.15	0.00	42.15	0.66

CUADRO No. 12

RESUMEN: CAUDALES MENSUALES ESTIMADOS

METODO: NRECA

(m³/seg)

ESTACION PLUVIOMETRICA: CHAZUTA

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM. (m ³ /seg)
1964	0.00	0.00	1.69	1.98	1.59	0.98	0.63	1.02	0.50	0.40	0.32	0.26	0.77
1965	0.21	(0.04)	0.09	0.35	0.15	0.18	0.09	0.07	0.32	0.11	1.58	0.68	0.31
1966	0.54	0.30	0.92	1.23	0.79	0.62	0.53	0.32	0.26	0.92	1.10	0.54	0.67
1967	0.64	2.47	2.47	1.51	1.30	1.97	1.07	0.70	0.71	1.15	0.93	1.52	1.37
1968	1.55	1.16	0.61	2.05	1.42	0.84	0.57	0.73	0.42	1.11	1.17	0.47	1.01
1969	0.91	1.06	1.49	1.54	1.16	0.65	0.69	0.97	1.14	0.95	1.20	0.83	1.05
1970	1.49	1.23	2.64	2.72	1.54	1.31	1.02	0.94	1.35	1.23	2.13	1.22	1.57
1971	1.96	2.55	2.59	2.04	1.62	1.27	1.92	2.04	2.11	2.40	1.09	1.51	1.91
1972	2.83	2.17	3.39	2.69	1.65	1.99	1.59	1.50	2.39	2.27	1.05	1.68	2.09
1973	1.40	1.76	2.05	1.90	1.32	1.53	1.41	1.45	1.39	1.96	1.93	1.59	1.62
1974	2.39	1.69	1.42	3.20	1.51	1.47	0.92	1.30	0.91	1.33	0.98	1.32	1.52
1975	1.49	2.00	2.43	1.42	1.96	1.25	1.61	3.05	1.64	1.36	2.21	1.09	1.79
1976	2.67	1.74	1.26	1.11	1.21	0.96	0.65	0.59	1.13	1.59	1.61	1.01	1.29
1977	0.59	0.97	0.99	1.97	1.33	1.49	0.66	0.92	0.93	2.45	2.14	1.01	1.25
1978	1.17	0.66	2.39	2.10	2.00	0.95	1.17	1.08	1.42	0.64	1.14	0.91	1.30
1979	0.55	0.55	2.64	1.45	1.09	0.69	1.05	0.56	0.79	1.34	2.72	1.44	1.24
1980	0.97	0.65	1.51	1.16	0.92	0.54	0.51	0.57	0.66	0.94	0.83	0.60	0.91
1981	0.79	1.56	1.09	1.32	0.56	1.01	0.54	0.95	0.47	0.90	0.62	1.01	0.90
1982	1.92	0.99	1.56	1.86	1.14	1.10	0.97	0.57	0.76	0.96	1.92	1.14	1.22
1983	1.39	1.57	1.14	1.96	1.59	0.75	0.60	0.49	0.79	0.95	0.71	1.13	1.09
1984	0.80	1.11	0.56	1.29	1.00	1.20	0.52	0.61	0.52	0.62	1.09	0.57	0.92
1985	0.75	0.95	1.13	1.43	1.26	0.80	0.49	0.49	0.70	0.53	1.12	0.39	0.83
1986	1.09	1.22	1.14	1.09	1.01	0.50	0.71	0.39	0.31	0.30	0.29	0.18	0.69
1987	0.26	0.99	0.52	0.59	0.52	0.37	0.47	0.25	0.21	0.44	0.63	0.22	0.45
1988	0.19	0.74	0.89	0.71	0.35	0.36	0.23	0.29	0.39	0.53	0.49	0.22	0.45
1989	0.23	0.69	0.81	0.81	1.00	0.72	0.37	0.39	0.54	0.84	0.32	0.25	0.59
1990	0.39	0.50	0.94	0.72	0.76	1.11	0.49	0.45	0.42	0.94	0.73	0.66	0.67
1991	0.84	0.94	1.69	1.04	1.13	0.99	0.66	0.51	0.79	0.99	1.19	0.46	0.92
1992	0.83	1.33	2.89	1.92	1.10	1.03	0.69	1.39	1.30	1.34	1.69	1.59	1.42
1993	1.99	2.79	2.97	1.53	1.76	1.53	1.25	1.11	0.95	1.12	2.01	1.85	1.73
1994	1.54	1.19	1.59	2.06	1.19	1.96	1.62	1.09	1.30	2.01	1.33	2.04	1.57
TOTAL	34.13	37.05	49.36	48.43	36.71	31.89	25.57	26.75	27.31	34.32	37.91	29.38	34.90
PROM.	1.10	1.20	1.59	1.56	1.18	1.03	0.82	0.86	0.88	1.11	1.22	0.85	1.13

GRAFICO No. 05: CAUDALES PROMEDIO ANUALES ESTIMADOS
PERIODO 1964-1994

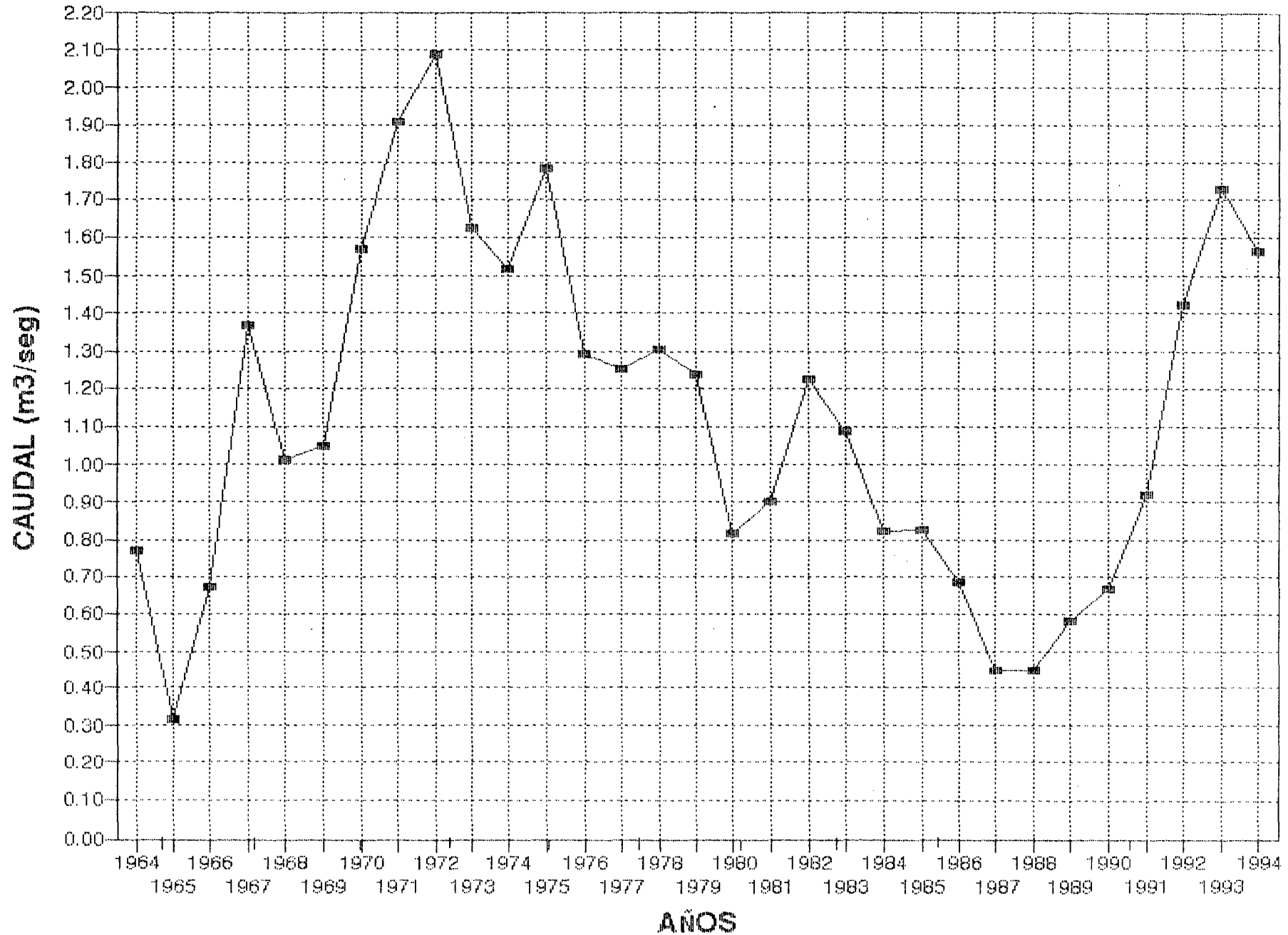
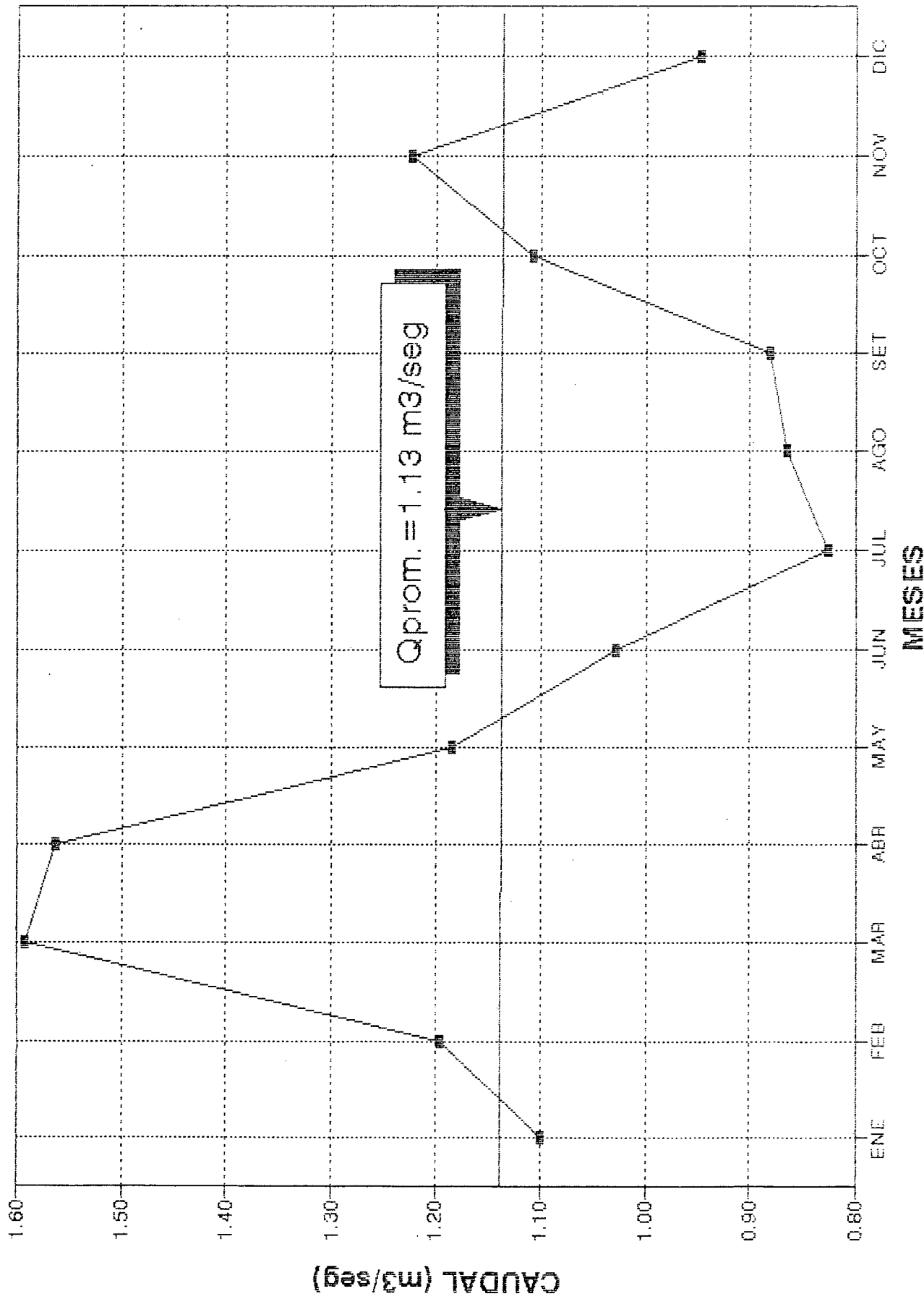


GRAFICO No. 06: CAUDALES PROMEDIO MENSUALES ESTIMADOS

PERIODO 1964-1994

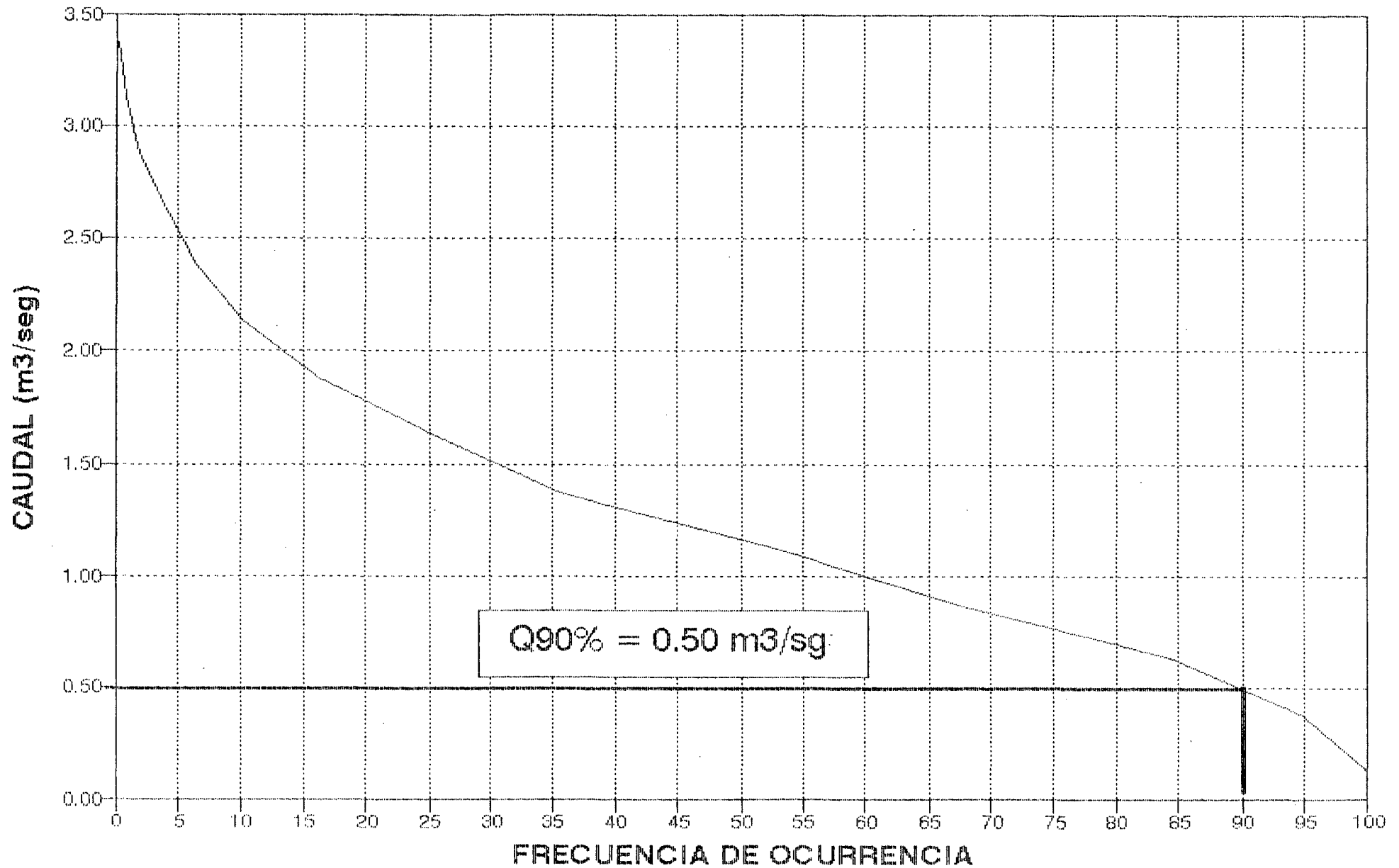


CUADRO No. 13
FRECUENCIA DE CAUDALES ESTIMADOS
ESTACION PLUVIOMETRICA: CHAZUTA

Qi	Qm	F	fr (%)	DURACION
3.50 - 3.25	3.375	1.00	0.27	0.27
3.25 - 3.00	3.125	2.00	0.54	0.81
3.00 - 2.75	2.875	4.00	1.08	1.89
2.75 - 2.50	2.625	8.00	2.16	4.05
2.50 - 2.25	2.375	9.00	2.43	6.49
2.25 - 2.00	2.125	14.00	3.78	10.27
2.00 - 1.75	1.875	22.00	5.95	16.22
1.75 - 1.50	1.625	34.00	9.19	25.41
1.50 - 1.25	1.375	38.00	10.27	35.68
1.25 - 1.00	1.125	63.00	17.03	52.70
1.00 - 0.75	0.875	54.00	14.59	67.30
0.75 - 0.50	0.625	63.00	17.03	84.32
0.50 - 0.25	0.375	39.00	10.54	94.86
0.25 - 0.00	0.125	19.00	5.14	100.00
SUMATORIA		370.00		

GRAFICO No. 07:

CURVA DE FRECUENCIA ESTACION PLUVIOMETRICA: CHAZUTA



B) DETERMINACION DEL CAUDAL DE AVENIDA:

Para obtener el Caudal de Avenida, de acuerdo a la Información con que contamos, aplicaremos los siguientes métodos:

B.1.- Método del Servicio de Conservación de Suelos (SCS).

B.2.- Método del Estudio y Análisis de las Tormentas.

B.3.- Método de la Fórmula Empírica.

También existen otros métodos para determinar el Caudal de Avenidas, entre los que figuran:

- Método de Gumbell
- Método de Log. Pearson III
- etc.

Estos últimos métodos no aplicamos para este proyecto por no contar con datos de Intensidad de precipitación a través de bandas pluviográficas.

Consideramos una vida útil del proyecto de 30 años, y el Período de Retorno del Caudal de Avenida dependiendo del riesgo de falla de la estructura, será de 100 años.

B.1.- METODO DEL SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS (SCS):

Para el caso del proyecto tratándose de un estudio de Prefactibilidad, la metodología se descompone en los siguientes puntos generales: (Bibl. 6)

- a) Análisis Estadístico de precipitaciones máximas diarias anuales en la estación más representativa, que para este caso es la Estación de Chazuta y determinación de las precipitaciones máximas en 24 horas para distintos períodos de retorno.

- b) Determinación de intensidades para distintas duraciones de la tormenta a partir de registros de lluvia máxima diaria.

- c) Determinación de las Descargas de Diseño aplicando el Método propuesto por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de Norte América y mediante el Método Racional (Fórmulas Empíricas).

B.1.1 DETERMINACION DE LAS CURVAS DE PRECIPITACION - DURACION Y PERIODO DE RETORNO.

Con la información de Precipitación Máximas Anuales en 24 horas, registradas durante 13 años (1982 - 1994), de la Estación de Chazuta (Cuadro No.14 y 15), se procedió a obtener las Curvas de Precipitación - Duración - Períodos de Retorno para duraciones desde 5 a 180 minutos y períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años.

Tomando en cuenta que se requiere períodos de retorno menores de 10 años se utilizará una serie de excedentes anuales, con la amplitud del registro (n=13 años) que es mayor que casi todas las frecuencias necesarias (excepto para 50 y 100 años de períodos de retorno), se empleará para el procesamiento estadístico el criterio de Interpolación Logarítmica dado por la ecuación:

$$P_T = A + B (\text{Log } T) \quad \text{.....(Bibl. 6)}$$

Donde:

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL Y MAXIMA DEL MES [mm]

Estación : CHAZUTA
 Distrito : CHAZUTA
 Provincia: SAN MARTIN

Latitud : 06° 36'
 Longitud : 76° 21'
 Altitud : 260 m.s.n.m.

MES	1,982		1,983		1,984		1,985		1,986		1,987		1,988	
	PPT	MAX	PPT	MAX	PPT	MAX	PPT	MAX	PPT	MAX	PPT	MAX	PPT	MAX
ENERO	258.20	48.00	156.40	32.00	101.00	17.50	106.50	23.50	156.00	23.50	70.50	16.00	55.0	15.0
FEBRERO	93.10	25.50	161.20	35.00	129.60	18.00	105.50	33.00	149.50	21.00	139.50	33.00	120.0	28.0
MARZO	164.50	29.00	98.50	25.00	50.50	9.00	134.00	36.50	126.00	21.00	74.50	19.00	124.0	19.0
ABRIL	183.10	26.00	196.50	36.50	143.40	15.00	155.50	29.00	106.00	24.00	73.00	15.00	83.0	15.0
MAYO	79.90	28.00	133.50	25.10	95.00	29.00	120.50	25.00	93.50	21.00	63.00	12.00	34.0	10.0
JUNIO	82.00	22.50	16.00	16.00	118.50	20.50	57.50	10.00	16.00	16.00	43.00	15.00	41.0	10.0
JULIO	77.10	29.50	9.00	7.00	22.00	18.00	3.50	2.00	71.60	20.10	63.00	20.00	31.0	10.0
AGOSTO	39.00	10.00	21.50	6.00	62.00	23.00	49.00	13.50	35.00	15.00	40.00	15.00	51.5	12.5
SEPTIEMBRE	79.50	21.00	91.50	25.00	59.00	21.00	87.50	26.50	41.50	10.00	44.00	10.00	69.0	15.0
OCTUBRE	99.20	21.90	115.40	29.00	81.00	28.50	68.50	18.00	51.50	17.50	80.00	19.00	90.0	15.0
NOVIEMBRE	216.40	44.40	80.50	15.00	139.00	35.00	145.50	18.00	52.50	11.50	100.50	23.50	79.0	15.0
DICIEMBRE	118.40	26.50	145.00	28.00	73.00	36.00	15.00	15.00	37.00	10.00	37.00	10.00	29.5	13.0
TOTAL	1,490.40		1,225.00		1,074.00		1,048.50		936.10		828.00		807.0	
PROMEDIO	124.20		102.08		89.50		87.38		78.01		69.00		67.3	

MES	1,989		1,990		1,991		1,992		1,993		1,994		PROMEDIO (mm)
	PPT	MAX	PPT	MAX	PPT	MAX	PPT	MAX	PPT	MAX	PPT	MAX	
ENERO	63.0	11.0	81.0	15.0	122.0	20.0	115.0	35.0	203.3	36.0	150.0	60.0	126.0
FEBRERO	111.0	15.0	82.0	12.0	105.0	15.0	163.5	15.0	293.0	57.0	95.0	22.0	134.5
MARZO	116.0	23.0	134.0	17.0	207.0	29.0	346.5	29.0	285.0	39.0	151.0	60.0	154.7
ABRIL	98.0	15.0	84.0	12.0	94.0	30.0	169.0	30.0	76.5	24.0	197.0	61.0	127.6
MAYO	116.0	23.0	86.0	23.0	106.0	15.0	58.5	15.0	125.0	58.0	74.0	23.0	91.1
JUNIO	71.0	15.0	128.0	23.0	85.0	15.0	65.0	15.0	100.5	23.0	169.0	68.0	76.3
JULIO	32.0	12.0	41.0	19.0	50.0	10.0	36.0	10.0	80.0	37.0	135.0	60.0	50.1
AGOSTO	49.0	11.0	51.0	15.0	47.0	14.0	147.0	14.0	81.5	31.0	74.0	39.0	57.5
SEPTIEMBRE	77.0	16.0	56.0	14.0	94.0	19.0	131.0	19.0	75.0	22.0	117.0	30.0	78.6
OCTUBRE	119.0	15.0	119.0	12.0	110.0	18.0	137.0	18.0	110.0	22.0	211.0	101.0	107.0
NOVIEMBRE	43.0	10.0	96.0	14.0	143.0	18.0	175.6	18.0	222.0	63.0	111.0	36.0	123.4
DICIEMBRE	14.0	5.0	93.0	15.0	23.2	10.0	162.0	10.0	190.0	66.0	213.0	46.0	88.5
TOTAL	909.0		1,051.0		1,186.2		1,706.1		1,841.8		1,697.0		1,215.4
PROMEDIO	75.8		87.6		98.9		142.2		153.5		141.4		101.3

Fuente: DIRECCION REGIONAL SENAMHI - SAN MARTIN

CUADRO No. 15 : PRECIPITACION MAXIMA DEL MES EN 24 HORAS [mm]

Estación : CHAZUTA
 Distrito : CHAZUTA
 Provincia: SAN MARTIN

Latitud : 06o 36'
 Longitud : 76o 21'
 Altitud : 260 m.s.n.m.

MES	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	PROMEDIO
ENERO	48.0	32.0	17.5	23.5	23.5	16.0	15.0	11.0	15.0	20.0	35.0	36.0	60.0	27.1
FEBRERO	25.5	35.0	18.0	33.0	21.0	33.0	28.0	15.0	12.0	15.0	26.0	57.0	22.0	26.2
MARZO	29.0	25.0	9.0	36.5	21.0	19.0	19.0	23.0	17.0	29.0	61.0	39.0	60.0	29.8
ABRIL	26.0	36.5	15.0	29.0	24.0	15.0	15.0	15.0	12.0	30.0	36.0	24.0	61.0	26.0
MAYO	28.0	25.1	29.0	25.0	21.0	12.0	10.0	23.0	23.0	15.0	26.0	58.0	23.0	24.5
JUNIO	22.5	16.0	20.5	10.0	16.0	15.0	10.0	15.0	23.0	15.0	43.0	23.0	66.0	22.7
JULIO	29.5	7.0	18.0	2.0	20.1	20.0	10.0	12.0	19.0	10.0	13.0	37.0	60.0	19.8
AGOSTO	10.0	6.0	23.0	13.5	15.0	15.0	12.5	11.0	15.0	14.0	27.0	31.0	39.0	17.8
SEPTIEMBRE	21.0	25.0	21.0	26.5	10.0	10.0	15.0	16.0	14.0	19.0	30.0	22.0	30.0	20.0
OCTUBRE	21.9	29.0	28.5	18.0	17.5	19.0	15.0	15.0	12.0	18.0	43.0	22.0	101.0	27.7
NOVIEMBRE	44.4	15.0	35.0	16.0	11.5	23.5	15.0	10.0	14.0	18.0	53.0	63.0	36.0	27.3
DICIEMBRE	26.5	28.0	36.0	15.0	10.0	10.0	13.0	5.0	15.0	10.0	32.0	66.0	46.0	24.0
TOTAL	332.3	279.6	270.5	248.0	210.6	207.5	177.5	171.0	191.0	213.0	425.0	478.0	604.0	292.9
PROMEDIO	27.7	23.3	22.5	20.7	17.6	17.3	14.8	14.3	15.9	17.8	35.4	39.8	50.3	24.4

FUENTE: Dirección Regional de SENAMHI- SAN MARTIN

P_T = Lluvia máxima diaria con período de retorno T

A,B= Parámetros de ajuste de la regresión lineal

T = Período de Retorno en años.

Los Cuadros No. 16 y 17, muestran la serie de excedentes anuales ordenados de mayor a menor y cálculos necesarios de la regresión lineal, respectivamente, para la Estación de Chazuta.

Por lo tanto la ecuación buscada es:

$$P_T = 18.21 + 65.90 (\text{Log } T)$$

El coeficiente de correlación es igual a 0.98

Por consiguiente las Lluvias Máximas Diarias buscadas serán:

$$P_2 = 38.05 \text{ mm.}$$

$$P_5 = 64.27 \text{ mm.}$$

$$P_{10} = 84.11 \text{ mm.}$$

$$P_{25} = 110.33 \text{ mm.}$$

$$P_{50} = 130.17 \text{ mm.}$$

$$P_{100} = 150.01 \text{ mm.}$$

De acuerdo a L. WEISS, estos valores obtenidos, deben ser corregidos por un intervalo fijo de observaciones igual a 13% mayor que los valores obtenidos, para cualquier duración comprendida entre 1 y 24 horas.

De lo anterior, el valor representativo obtenido por la curva debe ser multiplicado por 1.13 para ajustarlo por intervalo fijo y único de observación, pues los registros de Lluvias Máximas Diarias, generalmente se toman de 8 a.m. de un día a 8 a.m. del día siguiente y entonces con tal corrección la lluvia representativa se convierte en la Lluvia Máxima en 24 horas de determinado período de retorno. (Bibl. 6)

Los valores referidos de lluvia máxima en 24 horas son:

$$P_2 = 43.00 \text{ mm.}$$

$$P_5 = 72.63 \text{ mm.}$$

$$P_{10} = 95.04 \text{ mm.}$$

$$P_{25} = 124.67 \text{ mm.}$$

$$P_{50} = 147.09 \text{ mm.}$$

$$P_{100} = 169.51 \text{ mm.}$$

Para obtener las Curvas de Precipitación - Duración - Período de Retorno para duración de 5 a 180 minutos y

CUADRO No. 16

PRECIPITACION MAXIMA ANUALES EN 24 HORAS
[mm]

Estación : CHAZUTA

Distrito : CHAZUTA

Provincia: SAN MARTIN

Latitud : 06o36'

Longitud: 76o21'

Altitud : 260 m.s.n.m.

AÑO	PRECIPITACION MAX. [mm]
1982	48.00
1983	36.50
1984	36.00
1985	36.50
1986	23.50
1987	33.00
1988	28.00
1989	23.00
1990	23.00
1991	30.00
1992	61.00
1993	66.00
1994	101.00
TOTAL	545.5
PROMEDIO	41.96

FUENTE: Dirección Regional de SENAMHI- SAN MARTIN

De lo anterior, el valor representativo obtenido por la curva debe ser multiplicado por 1.13 para ajustarlo por intervalo fijo y único de observación, pues los registros de Lluvias Máximas Diarias, generalmente se toman de 8 a.m. de un día a 8 a.m. del día siguiente y entonces con tal corrección la lluvia representativa se convierte en la Lluvia Máxima en 24 horas de determinado período de retorno. (Bibl. 6)

Los valores referidos de lluvia máxima en 24 horas son:

P2 = 43.00 mm.

P5 = 72.63 mm.

P10 = 95.04 mm.

P25 = 124.67 mm.

P50 = 147.09 mm.

P100 = 169.51 mm.

Para obtener las Curvas de Precipitación - Duración - Período de Retorno para duración de 5 a 180 minutos y frecuencia de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años (Gráfico No.08), a partir de los datos de lluvia máxima a 24 horas ha sido necesario previamente utilizar el gráfico elaborado por el U. S. WEATHER BUREAU para determinar un valor de lluvia de 1 hora de duración y período de retorno de 2 años. (Gráfico No. 09). (Bibl. 6)

CUADRO No. 18

DETERMINACION DE LAS CURVAS
PRECIPITACION - FRECUENCIA - DURACION

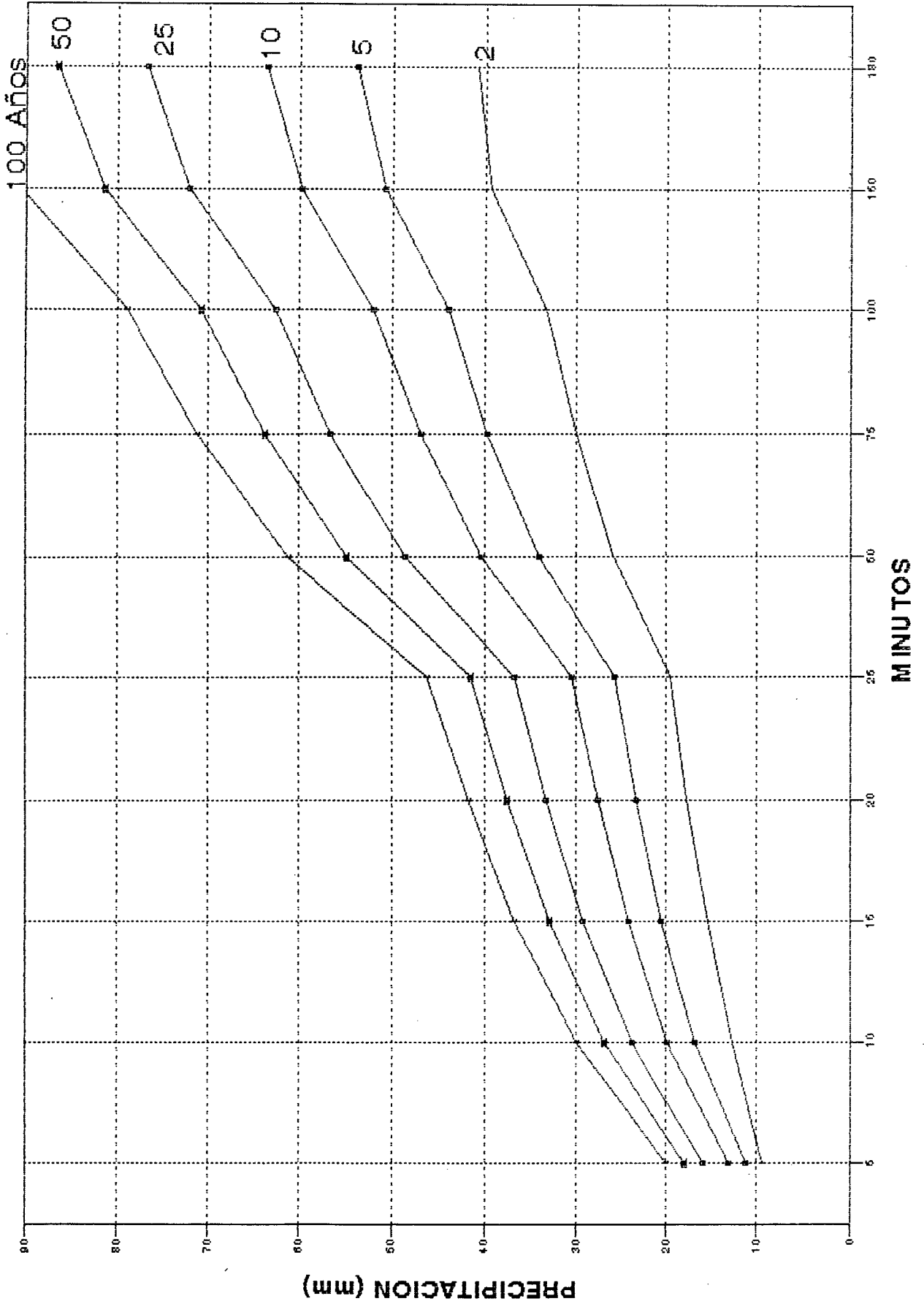
Estación : CHAZUTA
Distrito : CHAZUTA
Provincia: SAN MARTIN

Latitud : 06° 36'
Longitud : 76° 21'
Altitud : 260 m.s.n.m.

T ANOS	MINUTOS									
	5	10	15	20	25	50	75	100	150	180
2	9.48	12.69	15.51	17.70	19.51	25.91	30.03	33.30	39.32	40.75
5	11.19	16.75	20.48	23.36	25.75	34.06	39.63	43.95	50.59	53.76
10	13.24	19.82	24.23	27.64	30.47	40.30	46.90	52.00	59.85	63.64
25	15.95	23.88	29.19	33.31	36.71	48.56	56.51	62.65	72.11	76.69
50	18.00	26.95	32.95	37.59	41.43	54.80	63.77	70.71	81.39	86.54
100	20.06	30.02	36.70	41.87	46.15	61.05	71.04	78.77	90.65	96.40

GRAFICO No. 08

CURVA:PRECIPITACION-DURACION-FRECUENCIA



CUADRO No. 19

DESCARGAS MAXIMAS MEDIANTE EL METODO SCS
QUEBRADA : TUNUNTUNUMBA

Estación : CHAZUTA

Latitud : 06° 36'

Distrito : CHAZUTA

Longitud : 76° 21'

Provincia: SAN MARTIN

Altitud : 260 m.s.n.m.

T	P	P	E	E	Q
	(mm)	(pulg)	(pulg)	(mm)	(m3/seg)
2	19.51	0.77	0.01	0.23	6.28
5	25.75	1.01	0.05	1.29	34.79
10	30.47	1.20	0.10	2.56	69.07
25	36.71	1.45	0.19	4.75	128.24
50	41.43	1.63	0.27	6.74	181.85
100	46.15	1.82	0.35	8.97	241.97

GRAFICO Nº 09

RELACION EMPIRICA PARA ESTIMAR LA LLUVIA DE UNA HORA Y PERIODO DE RETORNO 2 AÑOS, EN AUSENCIA DE REGISTROS PLUVIOGRAFICOS

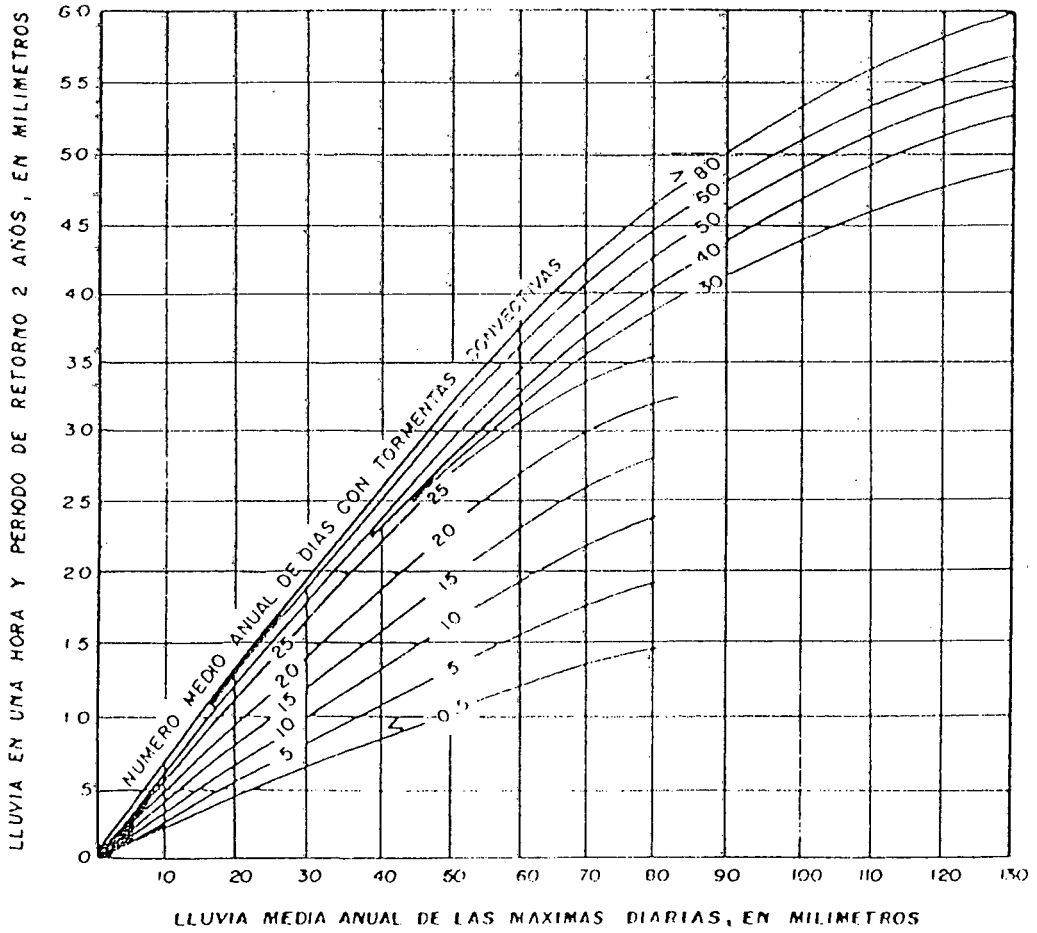
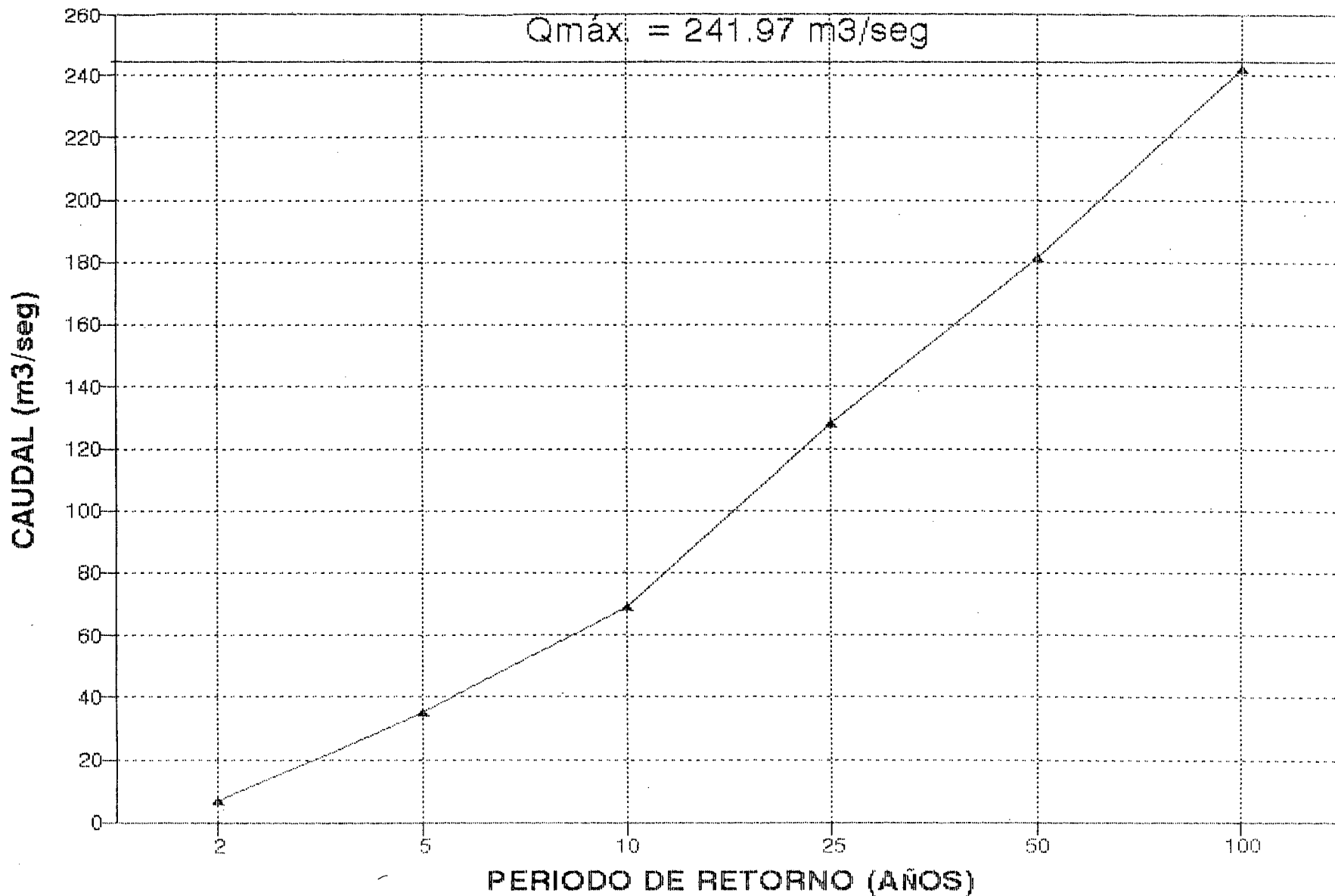


GRAFICO No. 10:

DESCARGAS MAXIMAS

Quebrada: Tununtunumba



frecuencia de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años (Gráfico No.08), a partir de los datos de lluvia máxima a 24 horas ha sido necesario previamente utilizar el gráfico elaborado por el U. S. WEATHER BUREAU para determinar un valor de lluvia de 1 hora de duración y período de retorno de 2 años. (Gráfico No. 09). (Bibl. 6)

Al gráfico en mención se ingresa con el valor de Precipitación Media Anual de Máximas Diarias y el Número Medio Anual de días con Tormentas convectivas.

Para el caso del proyecto y de la estación de Chazuta, la precipitación media anual de máximas diarias es de $Y = 545.50 / 13 = 41.96$ mm. que se obtiene del Cuadro No. 16; por otra parte, el número medio anual de días con tormentas convectivas durante el año es mayor de 80.

Obteniendo por consiguiente la Cantidad de lluvia en $D = 01$ hora y período de retorno de $T = 2$ años es :

$$P_{(2, 60)} = 27.50 \text{ mm.}$$

Finalmente aplicando la Ecuación (a), elaborado por BELL, se obtienen las magnitudes de lluvia para definir las curvas de Precipitación - Duración - Período de Retorno, cuyos resultados se muestran tabulados en el Cuadro No. 17 y Gráfico No. 08. (Bibl. 6)

$$P_{t,d} = (0.35 \ln T + 0.76) (0.54 D^{0.26} - 0.50) P_{2,60}$$

$P_{t,d}$ = Precipitación de duración D - minutos y período de retorno T - años, en mm.

B.1.2 DETERMINACION DE LOS TIEMPOS DE CONCENTRACION:

El Tiempo de Concentración se calcula según la expresión de KIRPRICH:

$$t_c = 0.0195 [L^2 / S]^{0.386} \dots\dots(Bibl. 6)$$

Donde:

t_c = Tiempo de Concentración en minutos

L = Longitud Máxima del cauce principal = 1900 m.

S = Pendiente Media del cauce del río = 3%

A = Area de la cuenca = 43 km²

Remplazando lo valores se obtiene:

$$t_c = 25 \text{ minutos}$$

B.1.3 APLICACION DEL METODO SCS PARA EL CALCULO DE MAXIMAS AVENIDAS: (Bibl. 6)

Para el cálculo de las pérdidas por infiltración y determinación de la precipitación excedente o Escurrimiento Superficial (E) se empleó el procedimiento utilizado por el Servicio de Conservación de Suelos de los EE.UU. (SCS), el cual consiste en la determinación de la capacidad de almacenamiento del suelo en pulgadas (S) según el tipo de suelo al que se le asocia un valor CN, "Soil Cover Complex Number (Curva Número), para ser aplicado en la siguiente ecuación :

$$S = (1000 / CN) - 10 \quad \dots(\text{Bibl. 6})$$

Luego, el Escurrimiento Superficial (E), se calcula de (S) y de la Precipitación Total (P) en pulgadas según la expresión siguiente:

$$E = [(P - 0.2S)^2] / [P + 0.8S] \quad \dots(\text{Bibl. 6})$$

Finalmente, la Pérdida por Infiltración (F) resulta de la diferencia entre P y E.

Para asignar el valor CN se ha consultado la Tabla No. 01. preparada por el Departamento de Agricultura de los EE.UU., de la cual para condiciones hidrológicas pobres y grupo de suelo entre C y D se obtiene para CN un valor de 77 que se emplea en el estudio.

Con el valor de $CN = 77$ se obtiene para S un valor de 2.99 pulg. y para valores de precipitación correspondiente a una duración igual al tiempo de concentración $t_c = 25$ minutos de la quebrada de Tununtunumba, obteniéndose los valores de escorrentía y caudales que se muestran en el Cuadro No. 18., y apartir de ésta obtenemos las Descargas Máximas mediante el método SCS. (Ver Cuadro No. 19 y Gráfico No.10).

Obteniéndose como resultado que, la Descarga Máxima es:

$$Q_{\text{máx.}} = 241.97 \text{ m}^3/\text{seg}$$

TABLA No. 01: NUMERO DE CURVAS DE ESCORRENTIA PARA USOS AGRICOLA, SUBURBANO Y URBANO

CONDICION II DE HUMEDAD ANTECEDENTE		GRUPO DE SUELOS			
USO DE LA TIERRA		A	B	C	D
TIERRA CULTIVADA	Sin Tratamiento conservacional	72	81	88	91
	Con Tratamiento conservacional	62	71	78	81
PRADERA O PASTIZAL	Condición mala	68	79	86	89
	Condición buena	39	61	74	80
SABANAS	Condición buena	30	58	71	78
BOZQUES	Ralo, cobertura pobre	45	68	77	83
	Cobertura buena	25	55	70	77
ESPACIOS ABIERTOS, JARDINES, PARQUES, CEMENTERIOS, ETC.					
CONDICION BUENA	Cobertura de grama de 75% o más al área	39	61	74	80
CONDICION REGULAR	Cobertura de grama de 50% a 75% del área	49	69	79	84
AREAS COMERCIALES Y DE NEGOCIOS (85% IMPERMEABLE)		89	92	94	95
AREAS INDUSTRIALES (72% IMPERMEABLES)		81	82	91	93
RESIDENCIAL					
PARCELA PROMEDIO	% IMPERMEABILIDAD				
500 m2 o menos	85	77	85	90	92
1000 m2	38	61	75	83	87
1500 m2	30	57	72	81	86
2000 m2	25	54	70	80	85
4000 m2	20	51	68	79	84
ESTACIONAMIENTOS, PARCELAS, TECHOS, AUTOPISTAS, ETC.		96	96	96	96
	Pavimentados con cunetas y alcantarillas	96	96	96	96
Calles y caminos	Granzón	76	85	89	91
	Tierra	72	82	87	89

B.2.- METODO DEL ESTUDIO Y ANALISIS DE TORMENTAS:

Para el desarrollo de este método ha sido necesario disponer de la información pluviométrica de la cuenca del río Cumbaza, para la cual se tomó como representativa la Estación Climatológica de "El Porvenir", por ser la más próxima al área en estudio y por que no disponemos de bandas pluviográficas de la Estación de Chazuta. En tal sentido se ha recopilado tales bandas (SENAMHI - LIMA) de los años 1989, 1990, 1992, 1993 y 1994.

B.2.1 ANALISIS DE LAS TORMENTAS

El objetivo de realizar este estudio, es para determinar la intensidad máxima instantánea, y a partir de este dato calcular la descarga máxima instantánea en el punto de interés. Asimismo, ha sido necesario realizar el análisis de 70 bandas pluviográficas (Cuadro No. 20), para obtener las curvas: Intensidad - Duración - Frecuencia, con períodos de 2.50 , 5.00, 7.50, 10.00, 12.50 y 15.00 minutos, para el período 1989 - 1994.

Los resultados de estos análisis se presentan en el Cuadro No. 21,

CUADRO No. 20
RESULTADO DEL ANALISIS DE 70 BANDAS PLUVIOGRAFICAS
ESTACION: EL PORVENIR

AÑO	PLUV. No	INTENSIDADES MAXIMAS (mm/h)					
		2.50 min.	5.00 min.	7.50 min.	10.00 min	12.50 min	15.00 min
1994	1	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20
	2	17.00	17.00	13.60	10.20	8.16	6.80
	3	50.00	50.00	50.00	50.00	48.00	40.00
	4	8.00	4.80	3.20	2.40	1.92	1.60
	5	54.00	33.76	23.64	18.56	15.54	13.52
	6	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
	7	13.30	13.30	13.30	13.30	13.30	13.30
	8	11.10	11.10	11.10	11.10	11.10	11.10
	9	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
	10	50.00	30.00	20.00	12.00	12.00	10.00
1995	11	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
	12	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
	13	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
	14	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
	15	8.23	8.23	8.23	8.23	8.23	8.23
	16	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
	17	12.64	12.64	12.64	12.64	12.64	12.64
	18	16.25	16.25	16.25	16.25	16.25	16.25
	19	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00
	20	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
	21	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75
	22	7.62	7.62	7.62	7.62	7.62	7.62
	23	12.03	12.03	12.03	12.03	12.03	12.03
	24	37.00	37.00	29.80	22.60	18.28	15.40
	25	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
	26	57.43	57.43	57.43	57.43	57.43	57.43
	27	49.00	49.00	39.20	29.40	23.52	20.44
	28	58.00	58.00	46.40	34.80	27.84	23.20
	29	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
	30	62.00	62.00	49.50	37.20	29.76	24.80
	31	50.00	50.00	50.00	50.00	48.17	40.83
	32	11.00	11.00	11.00	11.00	10.60	8.80
	33	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
	34	7.80	7.80	7.80	7.80	7.80	7.80
	35	7.80	7.80	7.80	7.80	7.80	7.80
	36	16.10	16.10	16.10	16.10	16.10	16.10
	37	49.30	49.30	49.30	49.30	49.30	49.30

1981	38	16.00	9.60	6.40	4.60	3.84	3.20
	39	19.00	19.00	19.00	19.00	18.24	15.20
1980	40	14.00	14.00	1.20	6.40	6.72	5.60
	41	73.30	52.78	35.18	26.39	21.11	16.60
	42	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70
	43	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30
	44	26.00	26.00	20.80	15.60	12.48	10.40
	45	30.00	30.00	30.00	30.00	50.00	50.00
	46	32.90	32.90	32.90	32.90	32.90	32.90
	47	10.00	6.12	4.18	3.21	2.63	2.24
	48	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
	49	28.00	16.92	11.38	8.61	6.95	5.84
	50	8.00	8.00	8.00	8.00	7.68	6.42
	51	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10
1989	52	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
	53	27.10	27.10	27.10	27.10	27.10	27.10
	54	40.00	32.00	24.00	19.20	16.00	16.00
	55	32.00	32.00	9.60	7.68	6.40	6.40
	56	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	57	38.00	14.40	10.80	8.64	7.20	7.20
	58	60.00	25.20	19.40	15.84	13.60	13.60
	59	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30
	60	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
	61	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	62	50.00	50.00	40.14	30.28	24.36	20.42
	63	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60
	64	12.50	12.50	12.50	12.50	12.04	10.18
	65	28.00	16.80	11.20	8.40	6.72	5.60
	66	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
	67	14.00	8.40	5.60	4.20	3.36	2.80
	68	22.30	22.30	22.30	22.30	22.30	22.30
	69	20.00	12.00	8.00	6.00	4.80	4.00
	70	32.00	12.80	9.60	7.68	6.40	6.40

B.2.2. AJUSTE A DISTRIBUCION TEORICA Y CALCULO DE INTENSIDADES PARA TIEMPOS DE RETORNO DE: 10, 15, 20, 50 Y 100 AÑOS.

Se escogió un modelo probabilístico que represente en forma satisfactoria el comportamiento de la variable Intensidad Máxima, para lo cual se calcularon los parámetros respectivos y se realizó la prueba de bondad de ajuste para cada modelo.

B.2.3 PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE.

La información pluviométrica ha sido sometido a la prueba de bondad de ajuste "SMIRNOV - KOLMOGOROV", habiéndose determinado que ésta se ajusta a una Distribución Normal o Gaussiana con una probabilidad del 95%.

En el Cuadro No. 21, se presenta la información debidamente procesada.

CUADRO No. 21.

ANALISIS DE LA INFORMACION PLUVIOGRAFICA

ESTACION: EL PORVENIR

AÑO	PERIODO DE DURACION (Minutos)					
	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00
1989	60.00	50.00	40.14	40.00	40.00	40.00
1990	73.30	52.78	35.18	32.90	39.90	32.90
1991	19.00	19.00	19.00	19.00	18.24	15.20
1992	62.00	62.00	50.00	50.00	49.30	49.30
1993	57.43	57.43	57.43	57.43	57.43	57.43
1994	54.00	50.00	50.00	50.00	48.00	40.00
Ip	54.29	48.54	41.96	41.56	40.98	39.14
S	18.49	15.20	13.75	14.01	13.95	14.50

Ip = Intensidad Máxima Promedio

S = Desviación Standar

B.2.4 DETERMINACION DE LAS INTENSIDADES MAXIMAS PARA PERIODOS DE RETORNO DE 10, 15, 20, 50 Y 100 AÑOS.

Como ejemplo calcularemos para un Período de retorno de 10 años:

Período de Duración de 2.50 minutos

Datos:

1989	60.00 mm/h
1990	73.30 mm/h
1991	19.00 mm/h
1992	62.00 mm/h
1993	57.43 mm/h
1994	54.00 mm/h

$$I_p = 54.29 \quad S = 18.49$$

$$P(I \leq I) = 1 - 1/T, \quad T = \text{Período de retorno 10 años}$$

$$P(I \leq I) = 1 - 1/10 = 0.90 = F_{(z)}$$

Luego:

$$\text{Si } F_{(z)} = 0.90 \quad \text{entonces } Z = 1.2816$$

El valor de "Z" es obtenido de la tabla de distribución normal.

Por otro lado:

$$Z = \frac{I - I_p}{S}$$

Luego:

$$I = I_p + SZ$$

Dando valores:

$$I = 54.29 + 18.49 (1.2816) = 77.99 \text{ mm/h.}$$

Siguiendo el mismo procedimiento tenemos los siguientes resultados que se presentan en el Cuadro No. 22.

Cuadro No. 22

INTENSIDADES MAXIMAS DE LA ESTACION: "EL PORVENIR"

DURACION (minutos)	INTENSIDADES MAXIMAS PARA PERIODOS DE RETORNO				
	10 Años	15 Años	20 Años	50 Años	100 Años
2.50	77.99	82.05	84.71	92.29	96.87
5.00	68.02	71.36	73.54	79.78	83.54
7.50	59.57	62.59	64.57	70.22	73.63
10.00	59.51	62.59	64.61	70.35	73.82
12.50	58.86	61.92	63.93	69.65	73.11
15.00	57.72	60.91	63.00	68.94	72.53

B.2.5 CURVAS: INTENSIDAD - DURACION - FRECUENCIA.

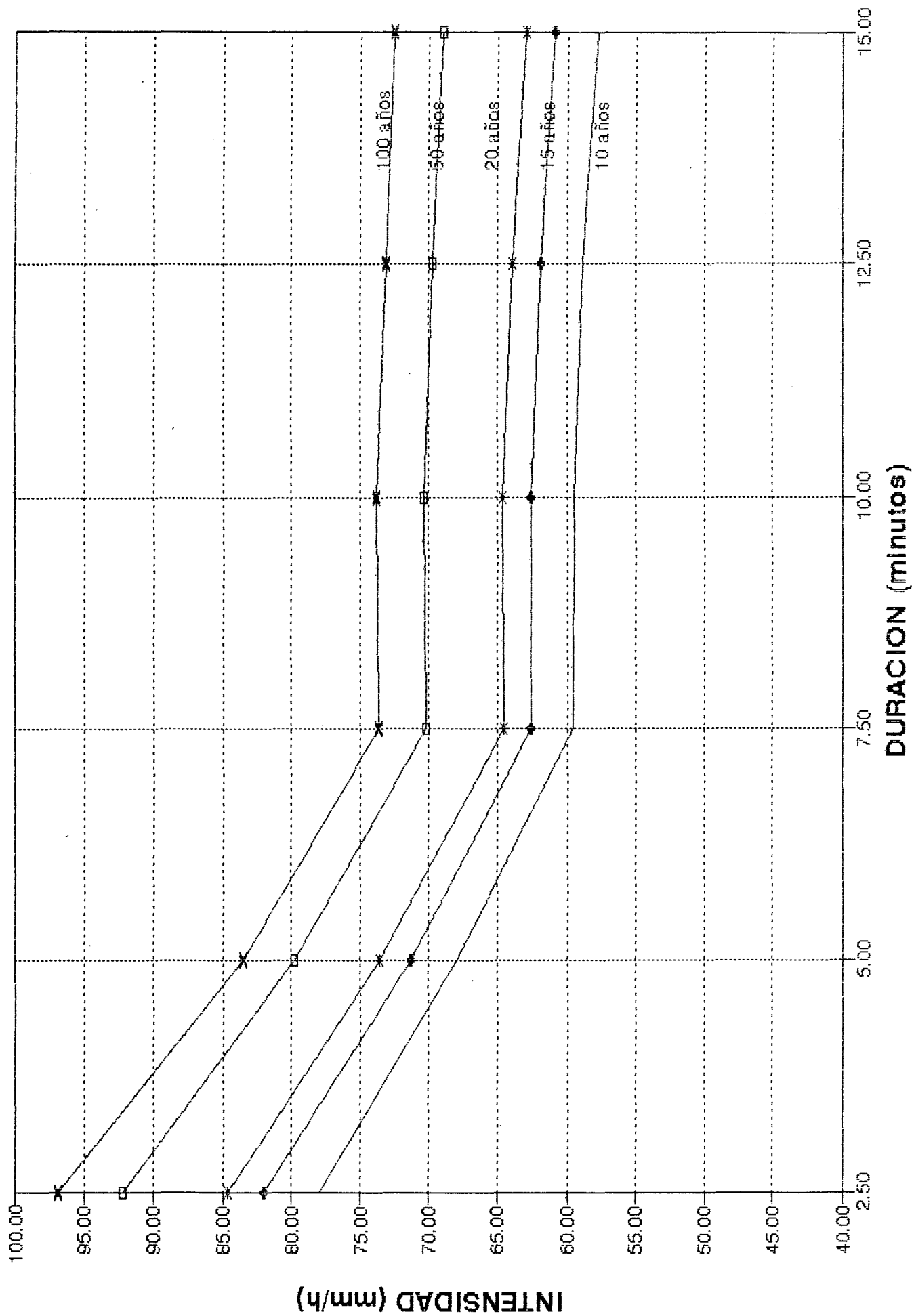
El análisis efectuado anteriormente nos permite calcular las intensidades con tiempos de retorno diferentes, con lo cual se ha graficado las curvas: INTENSIDAD - DURACION - FRECUENCIA, que se muestra en el Gráfico No. 11.

B.2.6 CALCULO DEL CAUDAL MAXIMO PROBABLE.

Para realizar el cálculo del Caudal Máximo Probable utilizaremos los valores de Intensidad Máxima Probable, según la Fórmula Racional:

$$Q = \frac{C. \text{ Imáx. A}}{360}$$

Gráfico No. 11: CURVAS: INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA



donde:

Q = Caudal Máximo probable

C = Coeficiente de escorrentía=0.125 (Cuenca boscosa ondulada.

A = Area de la cuenca = 4300 hás.

Imáx.=Intensidad máxima de la lluvia para un período de retorno de duración igual al Tiempo de Concentración (Tc = 25 minutos) y para la frecuencia deseada para el diseño (100 años) = 73.00 mm/h (Del Gráfico No. 11)

Reemplazando los valores:

$$Q = \frac{0.125 \times 73.00 \times 4300}{360} = 109.00 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = 109.00 \text{ m}^3/\text{seg}$$

B.3 METODO DE LAS FORMULAS EMPIRICAS:

Utilizaremos la fórmula planteada por IZKOWSKY:

$$Q_{\text{máx}} = m \times C \times P \times A \times 10^{-3} \quad \text{.....(Bibl. 6)}$$

Donde:

Q = Caudal Máximo [m³/seg]

P = Precipitación Media Anual = 1344.30 mm.

m=Módulo de Escorrent. varía entre 4 y 13=tomaremos 8.5

C = Coeficiente que caracteriza la geomorfología de la cuenca, varían de 0.17 a 0.800. Para nuestro caso consideraremos C= 0.50

A = Area Aprovechable de la cuenca = 43 km²

Luego:

$$Q_{\text{máx}} = 8.5 \times 0.5 \times 1344.3 \times 43 \times 10^3$$

$$Q_{\text{máx}} = 245.67 \text{ m}^3/\text{seg}$$

El resumen de los resultados de los tres métodos se muestran en el Cuadro No. 23.

Para el caso de este proyecto diseñaremos con el Resultado obtenido mediante el método del Servicio de Conservación de Suelos, $Q_{\text{máx}} = 241.97 \text{ m}^3/\text{seg}$. por que trabajamos con datos de la estacion de Chazuta muy cercana al área del proyecto y son muy confiables respecto a los otros métodos.

CUADRO No. 23: RESUMEN: CAUDALES DE AVENIDA

T (años)	METODO SCS (m ³ /seg)	FORMULA RACIONAL (m ³ /seg)	FORMULA EMPIRICA (m ³ /seg)
10	69.07	87.00	
15	85.80	91.10	
25	128.24	94.00	
50	181.85	103.00	
100	241.97	113.50	245.67

C) BALANCE HIDRICO MENSUAL:

Con la información de la Demanda de Energía Eléctrica (Cuadro 6-B) y los Caudales Medios Mensuales estimados (Cuadro No. 12), elaboramos el Balance Hídrico Mensual de la quebrada Tununtunumba, con la finalidad de evaluar en que meses no habrá suficiente cantidad de agua para generar la energía eléctrica requerida.

El Cuadro No. 24 y el Gráfico No. 12, muestran que el Balance Hídrico resulta positivo, lo que significa que la quebrada Tununtunumba generará Caudales Medios Mensuales disponibles necesarios para satisfacer la demanda eléctrica.

D) CAUDALES MINIMOS MENSUALES:

A partir de los datos de Caudales Medios Mensuales (Cuadro No. 12), obtenemos los Caudales Mínimos Mensuales de la quebrada Tununtunumba, con el propósito de realizar la evaluación de la cantidad de agua mínima que generará la quebrada en estudio.

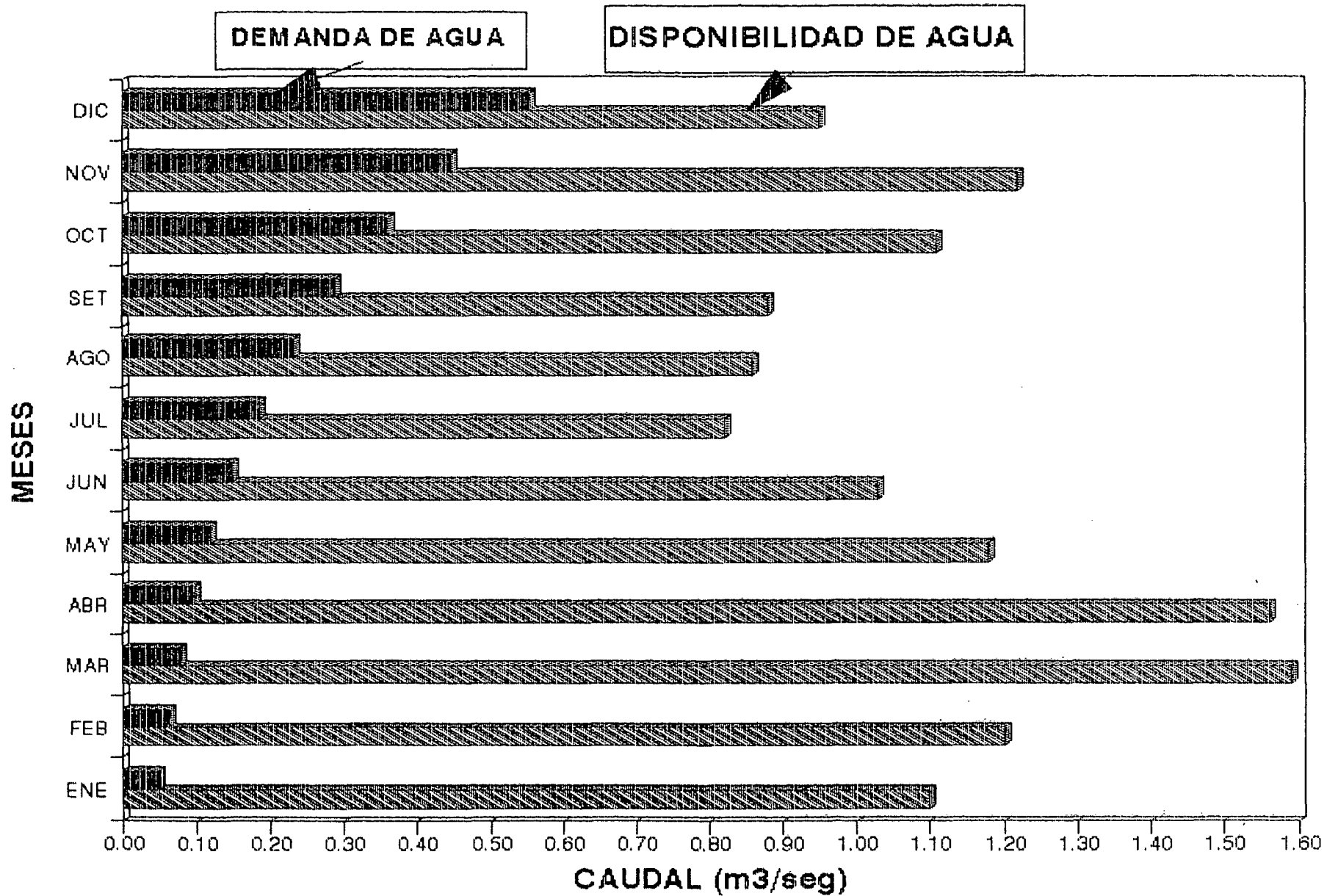
En el Cuadro No. 25 y en el Gráfico No. 13, se aprecia que habrán meses en que el caudal de la quebrada no será suficiente para generar la energía requerida, por lo que será necesario regular el caudal para garantizar la demanda de agua del proyecto.

CUADRO No. 24

BALANCE HIDRICO: CAUDALES MEDIOS MENSUALES
MICROCENTRAL HIDROELECTRICA DE TUNUNTUNUMBA - CHAZUTA
QUEBRADA: TUNUNTUNUMBA

OBJETO	MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
DISPONIBILIDAD DE AGUA (m3/seg)		1.10	1.20	1.59	1.56	1.18	1.03	0.82	0.86	0.88	1.11	1.22	0.95
DEMANDA DE AGUA O NECESIDAD DE CONSUMO (m3/seg)		0.04	0.06	0.08	0.11	0.13	0.16	0.20	0.24	0.29	0.35	0.42	0.50
BALANCE HIDRICO (m3/seg)		1.06	1.14	1.51	1.45	1.05	0.87	0.62	0.62	0.59	0.76	0.80	0.45

Gráfico No. 12: **BALANCE HIDRICO**
MICROCENT. HIDROELEC. TUNUNTUNUMBA

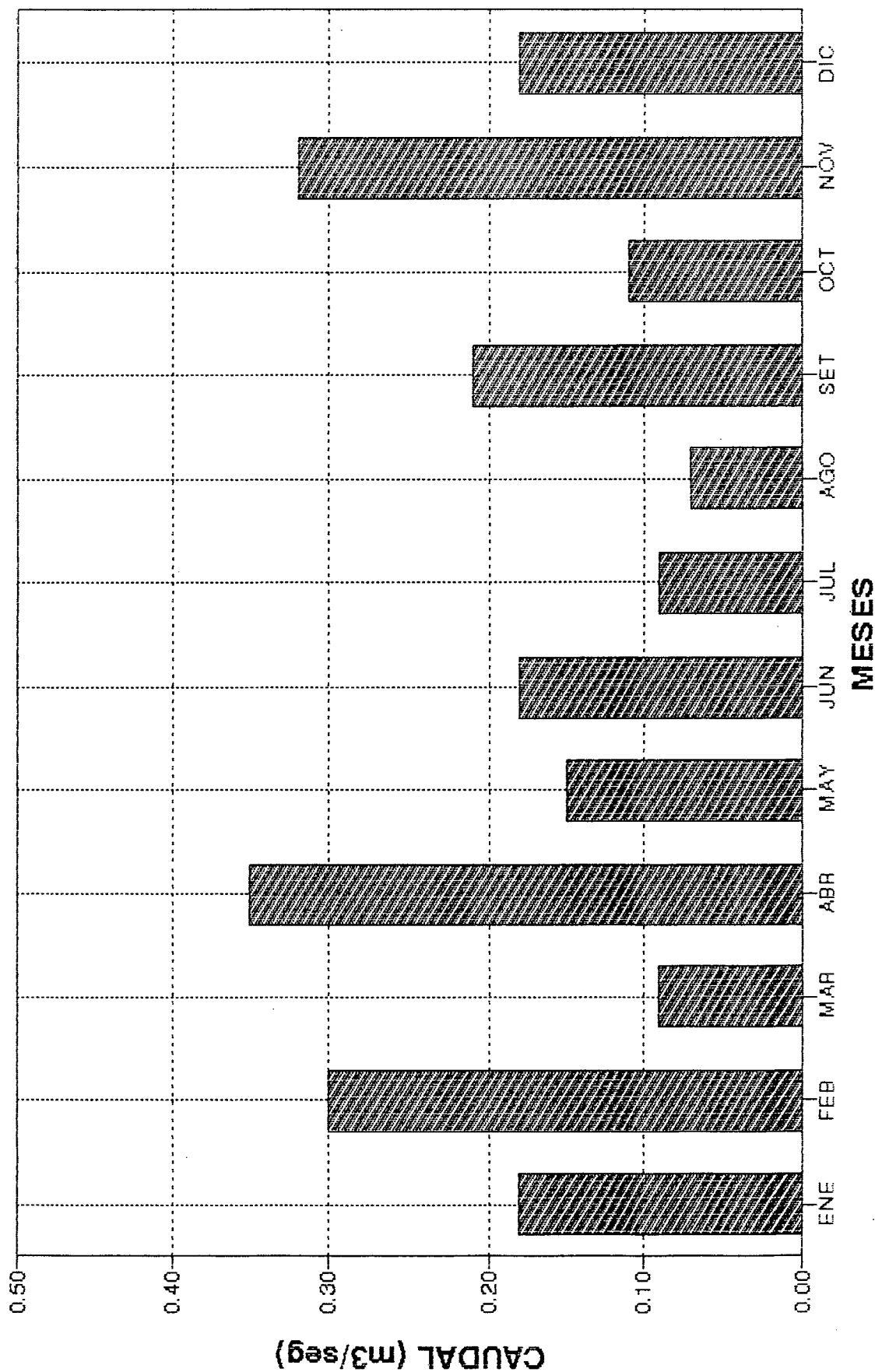


CUADRO No. 25

CAUDALES MINIMOS MENSUALES
MICROCENTRAL HIDROELECTRICA DE TUNUNTUNUMBA - CHAZUTA
QUEBRADA: TUNUNTUNUMBA

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
0.18	0.30	0.09	0.35	0.15	0.18	0.09	0.07	0.21	0.11	0.32	0.18

**Gráfico No. 13: CAUDALES MINIMOS
MICROCENT. HIDROELEC. TUNUNTUNUMBA**



3.2 GEOLOGIA GENERAL DEL PROYECTO

3.2.1 GENERALIDADES

La importancia del Estudio Geológico y Geotécnico es fundamental e insoslayable realizarlo cuando se trata de diseñar y construir obras hidráulicas, pues de los resultados de este estudio depende en gran parte la factibilidad técnica del proyecto.

El presente estudio fue efectuado en base a observaciones de Geología y Geomorfología.

El área que comprende el proyecto se encuentra comprendido en las estribaciones orientales de la Cordillera Subandina, localmente conocida como "CERRO ESCALERA"; corresponde a la unidad morfológica más saltante de la región San Martín, en contraste con el valle que forma el río Huallaga. Esta unidad morfoestructural tiene su origen en los grandes procesos tectónicos orogénicos que dieron lugar a la Cordillera de los Andes y controlan hoy en día su evolución. (Bibl. 9)

Las obras principales que comprende el proyecto se emplazan sobre un basamento rocoso de naturaleza sedimentaria, principalmente clástica, constituida por areniscas de color beige, gris amarillentas alternadas con areniscas macizas duras y compactas; también se aprecia en menor proporción estratos de arcillas, limolitas y

algunos niveles calcáreos (calizas margosas).

El conjunto de rocas se muestran afectadas por fracturas y fallas que aceleran su alteración y descomposición. La cobertura de sedimentos y materiales inconsolidados, está constituido principalmente por depósitos de escombros de talud, remoción de masas, flujos aluviónicos y en menor proporción por depósitos fluviales, estos últimos ubicados en las partes bajas.

Respecto a aspectos geodinámicos especialmente sísmicos y deslizamientos históricos, no han sucedido en la zona acontecimiento alguno que haya sido de regular peligrosidad por lo que no se prevee que puedan suceder casos lamentables y para efectos de diseño la zona puede ser considerada con poca actividad geodinámica externa.

3.2.3 ASPECTOS GEOTECNICOS LOCALES

Cada una de las partes de la Microcentral ocuparán zonas que presentan diferentes condiciones geológicas una de la otra.

En vista que no contamos con levantamientos geológicos detallados en la zona del proyecto, no es posible definir con precisión las características geológicas en los lugares donde se ubicarán las

distintas estructuras conformantes de la microcentral, sólo se hará una breve descripción de cada una de ellas.

*** ZONA DE CAPTACION**

La Zona de Captación de las aguas en la quebrada Tununtunumba, presenta relativa estabilidad Morfodinámica, encontrándose huellas de que las crecidas son moderadas y no hay evidencias de procesos erosivos intensos, el paraje tiene buena cobertura boscosa que es necesario conservarla; se pueden notar pendientes moderadas que varían entre 10% y 15%.

El lecho de la quebrada está directamente sobre el basamento rocoso que corresponde a rocas sedimentarias conformadas generalmente por areniscas de color marrón rojizas; asimismo, se presentan sedimentos fluviales y bloques de roca de gran magnitud en el cauce del río.

Las estructuras de Captación deberán anclarse directamente al maciso rocoso.

*** ZONA DEL CANAL DE ADUCCION**

El Canal de Aducción se desarrolla en la margen izquierda de la quebrada Tununtunumba atravesando laderas de pendientes

moderadas y conformadas por afloraciones de arenisca fisurada. Al hacer el reconocimiento de la franja del trazo del canal encontramos que atravesará aproximadamente un 60% mantos endescomposición, 20% rocas fisuradas y altamente alteradas y un 20% roca compacta (Desarrollar un Túnel), por lo que es recomendable revestir con concreto el canal en su totalidad.

Asimismo, la aguda pendiente del terreno en algunos tramos plantea la necesidad de estudiar minuciosamente el tratamiento de los taludes a fin de no crear mayor inestabilidad en dichos terrenos y así prevenir efectos negativos en las obras.

*** ZONA DE CAMARA DE CARGA**

La Cámara de Carga se ubicará sobre una estructura rocosa , donde no hay evidencias de procesos erosivos ni de remoción de masas, por tratarse de una roca de alta dureza.

*** ZONA DE TUBERIA DE PRESION**

El perfil de la ladera donde se ubicará la Tubería de Presión se encuentra definida en dos tramos con pendientes de aproximadamente 44% y 25% respectivamente. En el primer tramo afloran rocas sedimentarias conformadas por areniscas de color marrón con un ligero busamiento hacia la ladera que le confiere

estabilidad a la misma. En el segundo tramo se nota la afloración de una roca dura lo que muestra gran estabilidad.

*** ZONA DE LA CASA DE MAQUINAS**

En general la zona señalada para la ubicación de la Casa de Máquinas no presenta mayores factores geodinámicos - geotécnicos inconvenientes. Se ubicará al pie de la ladera apoyada directamente sobre roca dura de pendiente muy suave, indicador de una alta estabilidad.

3.3 TRABAJOS TOPOGRAFICOS

Para llevar a cabo la elaboración de los diseños del proyecto se han realizado los siguientes trabajos topográficos:

- * Medición con alfilerómetro de la diferencia de nivel la Cámara de Carga y la Casa de Fuerza.
- * Trazado de la línea de gradiente de 0.003 en una longitud de 720 m. y gradiente de 0.002 en una longitud de 460 m., estacados cada 20 m.
- * Levantamiento topográfico de la línea de aducción a través de una poligonal abierta partiendo de la zona de captación hasta la zona de cámara de carga, en una franja de 30 m. , 15 m. a cada lado del eje del canal. Elaborándose planos a escala 1/1000
- * Levantamiento topográfico del área de la línea de tubería de presión. Elaborándose planos a escala 1/500
- * Levantamiento topográfico de la zona de captación. Elaborándose planos a escala 1/200.

CAPITULO IV

INGENERIA DEL PROYECTO

4.1 DISEÑOS HIDRAULICOS PRELIMINARES

Para el diseño de los distintos componentes de la ruta de abastecimiento de agua para una Microcentral Hidroeléctrica, se debe tener en cuenta una serie de factores esenciales tales como: (Bibl. 12)

a) SEDIMENTOS:

El agua de la quebrada acarreará pequeñas partículas de material duro y abrasivo (sedimento); éstas ocasionan daños considerables a la turbina así como un rápido desgaste si no se las extrae antes de que el agua ingrese a la tubería de presión. El sedimento, además, puede producir el bloqueo de la toma en caso de que el barraje y el ingreso al canal no se encuentren correctamente ubicados.

b) CAUDAL ADECUADO:

El caudal de la quebrada varía durante el año, pero la microcentral está diseñada para captar un caudal constante. Si el canal se sobrecarga, entonces habrá daños, por lo que hay que construir los aliviaderos. La bocatoma debe, en la medida de lo posible, captar el caudal adecuado hacia el canal sea que el río tenga mucho o poco caudal de agua. La función principal del barraje es asegurar que el caudal del canal se

mantenga aún en época de estiaje. La función principal de la estructura de la toma del canal es regular el caudal dentro de los límites razonables cuando la quebrada no tenga mucho caudal. Posteriormente los aliviaderos controlan o regulan la cantidad de agua en el canal.

c) AVENIDAS:

Las avenidas requieren de especial atención por parte del proyectista. Las aguas de avenida acarrearán gran cantidad de material e incluso harán que grandes piedras rueden a lo largo del lecho de la quebrada. Estos en su conjunto pueden dañar el barraje de derivación, la estructura de la toma, el canal y los muros de encauce, si es que no se diseña cuidadosamente.

d) TURBULENCIA:

Otro aspecto principal que requiere atención es el efecto de la turbulencia en el flujo de agua. En todas las secciones de conducción de agua, incluyendo el canal y la bocatoma, cambios bruscos en la dirección del flujo de agua crearán turbulencia que erosionarán las estructuras, ocasionando pérdidas de energía y acarreo de sedimentos en el flujo del agua.

e) PERDIDAS DEL SALTO:

Dado que la potencia desarrollada por la turbina depende en gran medida de la presión del agua a la entrada de ésta, es claro que el canal no debe

perder "salto" indebidamente; y que la tubería de presión deberá estar dimensionada de manera que las pérdidas por fricción no reduzcan el salto excesivamente.

f) GOLPE DE ARIETE:

Si el flujo de agua en la tubería se detiene bruscamente (por ejemplo a causa de un bloqueo repentino cerca de la turbina), entonces se originarán sobrepresiones muy altas llamadas Golpe de Ariete. La tubería debe ser lo suficientemente fuerte como para no romperse cuando ésto suceda. Además, tales presiones harán que la tubería se mueva, lo que ocasionará daños si los anclajes no son lo suficientemente fuertes.

DATOS DE DISEÑO:

-Area de la Cuenca	Ac	:	43.00 km ²
-Caudal de Diseño	Qdis.	:	0.50 m ³ /seg
-Caudal Máximo	Qmáx	:	241.97 m ³ /seg
-Altura Bruta	Hb	:	149.25 m.
-Ancho del río	b	:	20.00 m.
-Coef. Forma Cresta	μ	:	0.70

4.1.1 DISEÑO DE LAS OBRAS DE CAPTACION (BOCATOMA): (Bibl. 12)

La bocatoma debe captar el agua de la quebrada de un modo confiable y controlable. Además, el caudal de agua en el

canal debe ser regulado tanto en épocas de avenida como en estiaje.

Los elementos principales de la bocatoma dependen de varios factores entre los cuales podemos citar: el régimen hidrológico de la quebrada, el transporte de sólidos, el caudal de captación, las características físicas del lecho de la quebrada, la sección transversal de la quebrada, etc.

La Bocatoma está constituida básicamente de las estructuras siguientes: Barraje (Cortina o Azud), Colchón Amortiguador, Toma, Canal de Conducción, desarenador, Vertedor de Demasías y Muros de Encauzamiento.

4.1.1.1 DISEÑO DEL BARRAJE:

Por ser un curso de agua torrencioso que acarrea bastante material grueso y fino, consideramos un Barraje del tipo Mixto, de los cuales 17.00 m. para el barraje fijo, 2.25 m. para el barraje móvil (01 compuerta), 0.25 m. ancho de cada muro (03 muros de compartimiento).

a) Cálculo del Tirante de Agua en Avenidas (h_v):

Datos Generales

$$Q_{dis.} = 0.50 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_{\text{máx.}} = 241.97 \text{ m}^3/\text{seg} \text{ (Tr=100 años)}$$

$$S = 0.002$$

$$n = 0.04 \text{ (Cauce con gravas gruesas).}$$

$$B = 17.00 \text{ m. (Ancho del Barraje)}$$

$$b = 20.00 \text{ m. (Ancho del Cauce)}$$

Usando Muros de Encauzamiento, la sección transversal del río en la toma es de forma rectangular, luego $Z=0$.

Usaremos la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} \quad \text{.....(Bib. 12)}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{b \cdot h_0}{(b + 2h_0)} = \frac{20 h_0}{(20 + 2h_0)}$$

Reemplazando en Manning:

$$Q = \frac{6.58 h_0^{5/3}}{(20 + 2h_0)^{2/3} \times (0.04)}$$

Resolviendo por tanteos:

h_0 (m)	Q (m ³ /seg)
6.00	323.00
5.00	249.10
4.50	213.00
4.00	179.80

Luego, el valor que más se aproxima a $Q_{\text{máx}} = 241.97$ m³/seg. es $h_o = 5.00$ m., entonces:

$$h_o = 5.00 \text{ m.}$$

b) Cálculo del Nivel de agua sobre el Barraje (h):

Cuando se calcula como vertedero libre se utiliza la fórmula:

$$Q = C L h^{3/2}$$

donde:

$Q = Q_{\text{máx.}} = \text{Caudal de Avenidas} = 241.97 \text{ m}^3/\text{seg}$

$C = \text{Coeficiente de gasto} = 1.84$, por las características de los ríos de la selva.

$B = \text{Ancho de la cresta del barraje} = 17.00 \text{ m.}$

$h = \text{Carga sobre la cresta del vertedero.}$

Reemplazando datos obtenemos:

$$h = 3.90 \text{ m.}$$

c) Determinación de la Altura de Coronación (w) :

Luego la Altura de Coronación "w", resulta del nivel aguas (máximas) arriba "h_o", menos la altura de descarga "h".

$$w = h_o - h = 5.00 - 3.90 = 1.10 \text{ m.}$$

$$w = 1.10 \text{ m.}$$

Luego, la cota de la Cresta del barraje será:

$$\text{Cota } w = 450.00 + 1.10 = 451.10 \text{ m.}$$

d) Cálculo de la altura del Muro de encauzamiento (H_i):

Consideraremos 20% de h, como Borde Libre (B.L.) para obtener la altura del muro de encauzamiento.

$$H_i = h + w + \text{B.L.}$$

$$H_i = 3.90 + 1.10 + (0.20 \times 3.90) = 5.80 \text{ m.}$$

Luego, la cota del muro de encauzamiento será:

$$\text{Cota } H_i = 450.00 + 5.80 = 455.80 \text{ m.}$$

e) Determinación del Nivel (tirantes) de Agua h₁:

$$h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = 3.90 + (451.10 - 448.65) = 6.35$$

$$V_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{Q}{17 \times h_1}$$

$$h_1 + \frac{Q^2}{17^2 \times h_1^2 \times 2g} = 6.35$$

Reemplazando los datos:

$$h_1 + \frac{241.97^2}{17^2 \times h_1^2 \times 2 \times 9.81} = 6.35$$

$$h_1 + \frac{10.33}{h_1^2} = 6.35$$

$$h_1 = 1.45 \text{ m.}$$

Luego encontramos la velocidad en el punto 1:

$$\frac{V_1^2}{2g} = 6.35 - 1.45$$

$$V_1 = 9.80 \text{ m/seg.}$$

f) Determinación del Nivel de agua h2, en dependencia del nivel de agua h1.

Tirante conjugado:

$$h_2 = \frac{h_1}{2} (\sqrt{1 + 8 F^2} - 1)$$

Cálculo del Número de Froude:

$$F = \frac{V_1}{\sqrt{2 \cdot g \cdot h_1}} = \frac{9.80}{\sqrt{2 \times 9.81 \times 1.45}} = 1.837$$

Luego, reemplazando:

$$h_2 = \frac{1.45}{2} (\sqrt{1 + 8(1.837)^2} - 1) = 3.10 \text{ m.}$$

$$h_2 = 3.10 \text{ m.}$$

Aplicando la ecuación de continuidad encontraremos la velocidad en el punto 2:

$$Q = V_2 \times A_2 \quad A_2 = B \times h_2$$

$$V_2 = \frac{Q}{b \cdot h_2} = \frac{241.97}{17 \times 3.10} = 4.59 \text{ m/seg}$$

g) Cálculo de la altura del Muro de encauzamiento (H2)

Aguas abajo del salto de la poza:

$$H_2 = h_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

$$H_2 = 3.10 + \frac{(4.59)^2}{2 \times 9.81} = 4.17 \text{ m.} \approx 4.20 \text{ m.}$$

$$H_2 = 4.20 \text{ m.}$$

Luego, la Cota del Muro de Encauzamiento aguas abajo del salto de la poza será:

$$\text{Cota } H_2 = \text{Cota Colchón} + H_2 + \text{B.L.}$$

$$\text{Cota } H_2 = 448.65 + 4.20 + 0.50$$

$$\text{Cota } H_2 = 453.35 \text{ m.}$$

La Cota del Colchón Amortiguador (Cota Colchón= 448.65), resulta de la profundización $S=1.35 \text{ m.}$ más

abajo que el lecho del río (cota =450.00), obtenido en el ítem 4.1.1.3 (b).

h) Determinación del nivel de agua h_v , en dependencia del nivel de agua h_2 .

$$h_v = -\frac{h_2}{2} + \sqrt{\left(\frac{h_2^2}{4} + \frac{2.Q^2}{g.B^2.h_2}\right)} \dots\dots(\text{Bibl. 12})$$

$$h_v = -\frac{3.10}{2} + \sqrt{\left(\frac{3.10^2}{4} + \frac{2 \times 241.97^2}{9.81 \times 17^2 \times 3.10}\right)}$$

$$h_v = 2.42 \text{ m.}$$

4.1.1.2 DISEÑO DEL COLCHON AMORTIGUADOR:

a) Determinación de la Longitud del Colchón Amortiguador (L₁): Sin Umbral.

Es igual a la longitud del resalto hidráulico, a no ser que sea recortada por un umbral, tal como se describe en el ítem h.

Para la determinación de la Longitud del Colchón Amortiguador trabajaremos con el Número de Froude:

$$F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g \cdot h_1}} = 1.837$$

Obtenido en el ítem 4.1.1.1 (g).

Del Gráfico No.15 obtenemos:

$$\frac{L_1}{h_1} = 6$$

$$L_1 = 8.70 \text{ m.}$$

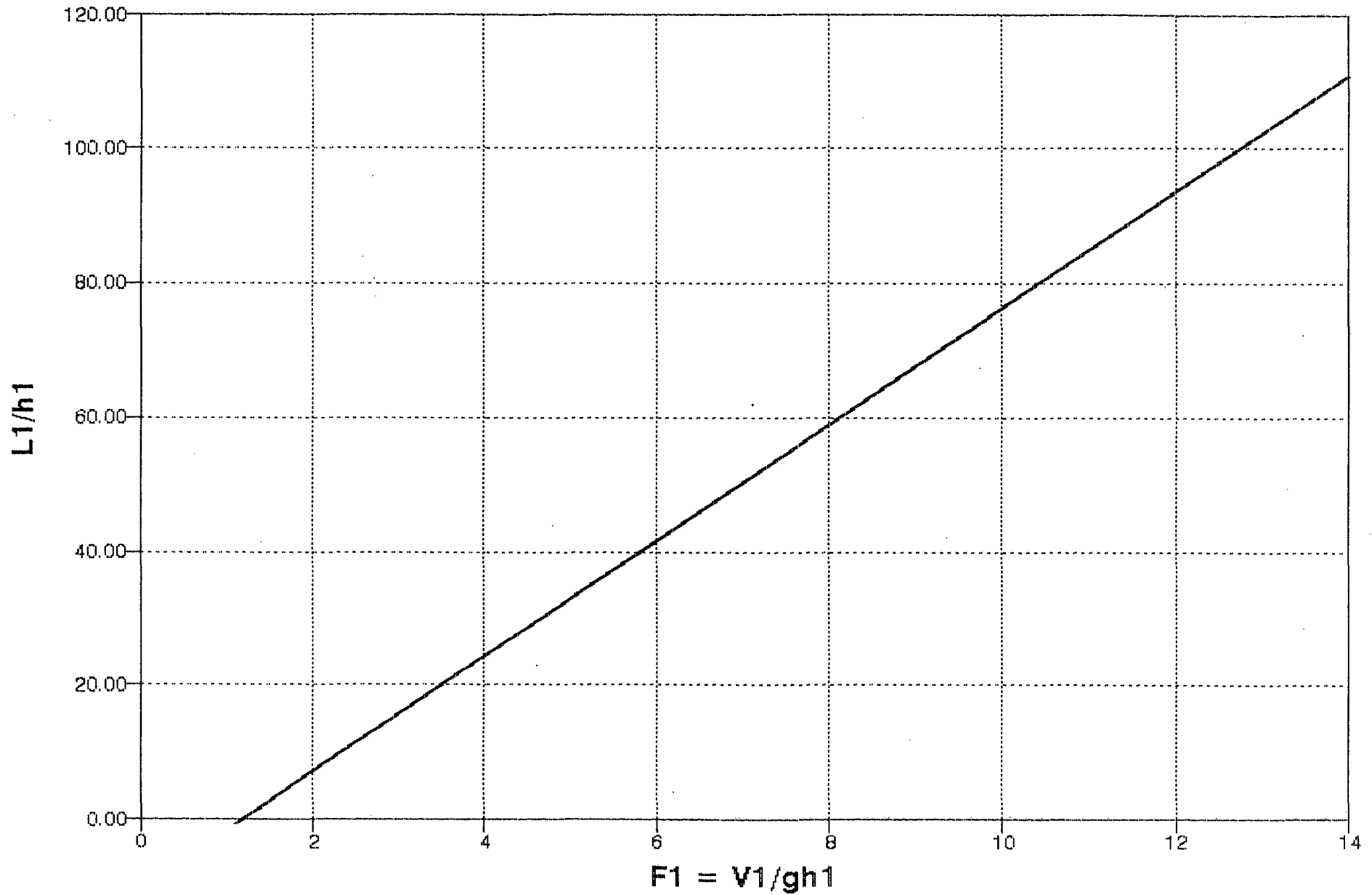
Aplicando Fórmulas obtenemos:

1.- $L_1 = 4.50 (h_2 - h_1) = 4.50(3.10 - 1.45) = 7.43 \text{ m.}$

2.- $L_1 = 4h_2 = 4 (3.10) = 12.40\text{m.}$

3.- $L_1 = G \cdot h_1 \cdot F_1 = 6 \times 1.45 \times 1.837 = 16.00 \text{ m.}$

GRAFICO No. 15:
DIAGRAMA PARA DETERMINAR LA LONGITUD L1



Significa que la profundización del Colchón $S = 1.35$ m. asumido es CORRECTO.

c) **Cálculo de la Longitud del Azud (La):**

Generalmente el azud está separado del Zampeado o Colchón Amortiguador una Junta de Construcción por lo que los cálculos de ambos se hacen independientemente.

POPOV, recomienda usar el Cuadro No. 26, la que muestra una relación entre la longitud del azud "La" y la carga "Z", que actúa sobre ella. (Bibl. 11)

Cuadro No. 26: RELACION LONGITUD Y CARGA

MATERIAL DEL CAUCE	La / Z
Arcillas	2.75 - 3.00
Franco Arcillosa	2.50 - 2.75
Limo y Arena	2.25 - 2.50
Grava y Canto Rodado	2.00 - 2.25

Como el cauce de la quebrada Tununtunumba está formado por gravas y canto rodado, tenemos:

$$\frac{La}{Z} = 2.25 \quad La = 2.25 Z$$

$$La = 2.25 (5.00 - 3.10)$$

$$La = 4.28 \text{ m.}$$

Pero, este resultado teórico no es aplicable al proyecto, ya que no resultaría la Curva de Cimancio con una longitud del azud muy corta.

De manera que, al desarrollar la curva del perfil a escala resulta que la Longitud del Azud es:

$$La = 5.00 \text{ m.}$$

d) Cálculo del Dentellón al Final del Colchón (h3):

La Profundidad del dentellón al final del zampeado o colchón deber ser mayor que la profundidad de socavación producida por la erosión. La magnitud de la erosión puede ser calculada con la fórmula de S. Vysgo. (Bibl. 11)

$$h3 + h2 = k [q \cdot Z^{1/2}]^{1/2}$$

donde:

Z = Diferencia de cotas aguas arriba y abajo.

$$Z = 3.90 - 3.10 = 0.80 \text{ m.}$$

q = Caudal Unitario

$$q = \frac{Q_{\text{máx.}}}{B} = \frac{241.97}{17} = 14.23 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{m}$$

k = Coeficiente que depende de la longitud del colchón y del calado normal, según:

B/h ₂	<5	5	10	20
k	1.4	1.3	1.2	1.0

$$\frac{B}{h_2} = \frac{17}{3.10} = 5.50$$

Interpolando

$$k = 1.29$$

Luego:

$$h_3 = 1.29 \times [14.23 \times (0.80)^{1/2}]^{1/2} - 3.10$$

$$h_3 = 1.50 \text{ m.}$$

e) Cálculo del Dentellón al comienzo del Azud (h₄):

Grazianski recomienda que la profundidad del dentellón al comienzo del azud debe estar dado por: (Bibl. 1)

$$h_4 = Z \qquad h_4 = (3.90 - 3.10) = 0.80 \text{ m}$$

$$h_4 = 0.80 \text{ m.} \qquad e = 0.60 \text{ (asumido)}$$

f) Cálculo del espesor del Colchón Amortiguador o

Poza de Disipación (e):

Para calcular el espesor del colchón hay que tener en cuenta la subpresión, ya que ésta debe ser menor que el peso del colchón para evitar el levantamiento y agrietamiento de la estructura.

La subpresión es la fuerza originada por el agua de filtración actuando sobre la base de la estructura de abajo hacia arriba. (Bibl. 17)

Considerando además el peso del tirante de agua sobre cualquier punto, tenemos:

$$e_x = \frac{4}{3} \left(\frac{S_x - h \cdot w_a}{w_m} \right) \quad \dots\dots(\text{Bibl. 17})$$

donde:

e_x = Espesor en el punto x

h = Tirante de agua sobre el punto x

w_m = Peso volumétrico del Concreto = 2.40 t/m³

w_a = Peso volumétrico del Agua = 1.00 t/m³

Para cálculo de la Subpresión aplicamos la siguiente expresión:

$$S_p = w \cdot b \cdot c' \cdot (Z + h' - Z_x / L) \quad \dots\dots(Bibl. 17)$$

donde:

S_x = Subpresión en el punto x

w = Peso del agua = 1.00 t/m³

Z = Desnivel aguas abajo y arriba

b = Ancho de la sección

c' = Factor de subpresión que depende del material o de la porosidad del terreno. En el caso del concreto de buena calidad tenemos:

c' = 0.25 Cimentación en roca sana

c' = 0.50 Ciment. roca mediana calidad

c' = 1.00 Ciment. en material permeable.

h'=hv = Profundidad de un punto cualquiera con respecto al punto donde se inicia el recorrido de filtración.

L = Longitud compensada

$$L_v = \sum L_v ; \quad L_h = \sum L_h$$

$$L = L_v + L_h / 3$$

Para nuestro proyecto tomaremos un ancho unitario y de la observación realizada la cimentación será sobre un material rocoso de mediana calidad.

$$b = 1.00 \text{ m.} \quad c' = 0.50$$

$$Z = h - h_2 = 3.90 - 3.10 = 0.80 \text{ m.}$$

$$L_v = (1.95 + 0.80 + 0.80 + 1.50 + 3.45) = 8.50 \text{ m.}$$

$$L_h = (5.00 + 16.00) = 21.00 \text{ m.}$$

$$L = (8.50 + 21.00 / 3) = 15.50 \text{ m.}$$

Cálculo de las SUBPRESIONES en:

$$S_1 = 1 \times 1 \times 0.50(0.80 + 1.95 - \frac{0.80 \times 1.95}{15.50}) = 1.33$$

$$S_2 = 1 \times 1 \times 0.50(0.80 + 1.95 - \frac{0.80 \times 2.45}{15.50}) = 1.31$$

$$S_3 = 1 \times 1 \times 0.50(0.80 + 1.15 - \frac{0.80 \times 3.38}{15.50}) = 0.89$$

$$S_4 = 1 \times 1 \times 0.50(0.80 + 1.15 - \frac{0.80 \times 3.88}{15.50}) = 0.88$$

$$S_5 = 1 \times 1 \times 0.50(0.80 + 1.95 - \frac{0.80 \times 4.81}{15.50}) = 1.25$$

$$S_6 = 1 \times 1 \times 0.50(0.80 + 1.95 - \frac{0.80 \times 8.31}{15.50}) = 1.16$$

$$S_7 = 1 \times 1 \times 0.50(0.80 + 1.95 - \frac{0.80 \times 23.81}{15.50}) = 0.77$$

$$S_8 = 1 \times 1 \times 0.50(0.80 + 3.45 - \frac{0.80 \times 25.31}{15.50}) = 1.48$$

$$S_9 = 1 \times 1 \times 0.50(0.80 + 2.75 - \frac{0.80 \times 25.81}{15.50}) = 1.47$$

Considerando los Puntos Críticos 6 y 7

$$e6 = \frac{4}{3} \left(\frac{1.16 - 1.45}{2.40} \right) = -0.16 < 0.60 \quad \text{OKI}$$

$$e7 = \frac{4}{3} \left(\frac{0.77 - 3.10}{2.40} \right) = -0.13 < 0.60 \quad \text{OKI}$$

La carga hidráulica sobre la estructura es máxima cuando la presa tiene el nivel mínimo, es decir, el caso en que casi toda el agua del río será captado, por lo cual no verterá sobre el barraje la carga a perder.

Luego $Z = 1.25$ m.

Cálculo de la Subpresión en:

$$S1 = 1 \times 1 \times 0.50 \left(1.10 + 1.95 - \frac{1.10 \times 1.95}{15.50} \right) = 1.46$$

$$S2 = 1 \times 1 \times 0.50 \left(1.10 + 1.95 - \frac{1.10 \times 2.45}{15.50} \right) = 1.44$$

$$S3 = 1 \times 1 \times 0.50 \left(1.10 + 1.15 - \frac{1.10 \times 3.38}{15.50} \right) = 1.01$$

$$S4 = 1 \times 1 \times 0.50 \left(1.10 + 1.15 - \frac{1.10 \times 3.88}{15.50} \right) = 0.97$$

$$S5 = 1 \times 1 \times 0.50 \left(1.10 + 1.95 - \frac{1.10 \times 4.81}{15.50} \right) = 1.36$$

$$S8 = 1 \times 1 \times 0.50 \left(1.10 + 1.95 - \frac{1.10 \times 5.31}{15.50} \right) = 1.21$$

$$S7 = 1 \times 1 \times 0.50 \left(1.10 + 1.95 - \frac{1.10 \times 23.81}{15.50} \right) = 0.69$$

$$S8 = 1 \times 1 \times 0.50 \left(1.10 + 3.45 - \frac{1.10 \times 25.31}{15.50} \right) = 1.39$$

$$S9 = 1 \times 1 \times 0.50 \left(1.10 + 3.45 - \frac{1.10 \times 25.81}{15.50} \right) = 1.37$$

Considerando los Puntos Críticos 6 y 7

$$e6 = \frac{4}{3} \left(\frac{1.21 - 0.00}{2.40} \right) = 0.67$$

$$e7 = \frac{4}{3} \left(\frac{0.69 - 0.00}{2.40} \right) = 0.38$$

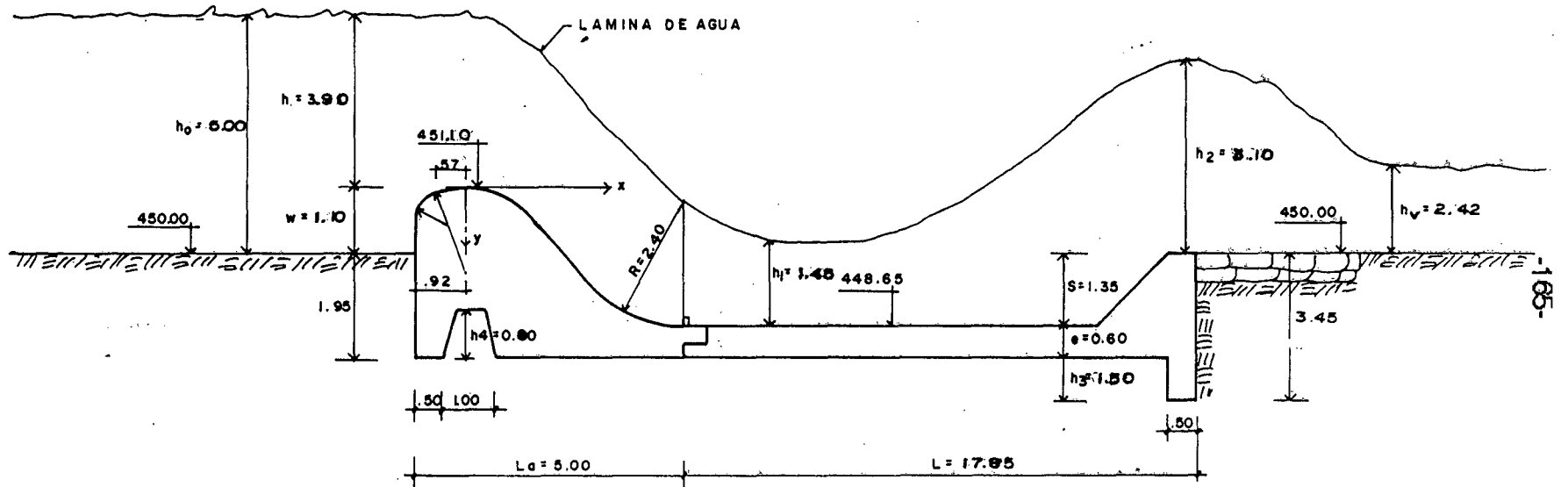
Como los puntos 6 y 7 están en el mismo nivel promediaremos el espesor.

$$e = \frac{0.67 + 0.38}{2} = 0.53 < 0.60 \quad \text{OK!}$$

Luego el espesor del Colchón Amortiguador asumido $e = 0.60$ m. es correcto.

DIMENSIONAMIENTO DEL BARRAJE AZUD

ESC. 1/125



Para evitar las subpresiones se han instalado seis (06) tubos de 4" PVC. distribuidos simétricamente en la superficie del colchón amortiguador, tal como se indican en los planos.

4.1.1.3 CALCULO DE LA CRESTA DEL BARRAJE:

a) Cálculo del Perfil Aguas Abajo

El vertedero de Cresta redonda es la forma más simple de vertedero de desborde, porque facilita el paso del agua.

En nuestro caso, la forma de la cresta del vertedero de desborde será diseñada como WES STANDAR (Water ways experimental Station), cuyo perfil se representa por la siguiente expresión: (Bibl. 2 y 16)

$$X^n = K \cdot h^{n-1} \cdot Y$$

donde:

X e Y = Son valores de las coordenadas del perfil de la cresta del vertedor con origen en el punto más alto de la cresta.

h = Carga Neta sobre la cresta del verted.

n, K = Parámetros en función de la inclinación de la superficie del barraje aguas arriba. Ver Tabla No. 02

(Bibl. 2 y 16).

TABLA No. 02: PARAMETROS PARA EL CALCULO DEL PERFIL DE LA CRESTA

Inclinación de la Superficie Aguas Arriba	K	n
Vertical	2.000	1.850
3 : 1	1.936	1.836
3 : 2	1.939	1.810
3 : 3	1.873	1.776

Para nuestro caso, la superficie de aguas arriba no tiene inclinación, es decir es Vertical, luego los valores tomados son:

$$K = 2.000 \qquad n = 1.850$$

Reemplazando

$$X^{1.850} = 2 (h)^{0.85} Y$$

$$Y = \frac{X^{1.85}}{2 (h)^{0.85}}$$

Para el proyecto $h = 3.90$ m.

Entonces la tenemos la siguiente expresión:

$$Y = \frac{X^{1.85}}{2 (3.90)^{0.85}} = \frac{X^{1.85}}{6.35}$$

derivando la expresión:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1.85 X^{0.85}}{6.35} = 0.291 X^{0.85}$$

Para una pendiente de 1/1.5

$$\frac{1}{1.5} = 0.291 X^{0.85}$$

Luego obtenemos:

$$X = 2.65 \text{ m.} \qquad Y = 0.96 \text{ m.}$$

X e Y es la coordenada donde empalmará recta tangencialmente desde un círculo de radio $R=1.5h$ a la curva de la cresta.

CUADRO No. 27: COORDENADAS DEL PERFIL DE LA CRESTA

$$Y = \frac{X^{1.95}}{2 h^{0.85}} \quad ; \quad h = 3.90 \text{ m.}$$

PUNTO	X	Y
0	0.000	0.000
1	0.100 0.11764	0.003
2	0.200 0.21305	0.009
3	0.300	0.034
4	0.500	0.051
5	1.000	0.184
6	1.500	0.390
7	2.000	0.660
8	2.500	1.000
9	3.000	1.400
10	3.500	1.860
11	4.000	2.390
12	4.500	2.970
13	5.000	3.610

El Diseño se muestra en el Gráfico No. 14.

***Cálculo de los Valores del Perfil Aguas Arriba:**

(Ver Gráfico No. 14)

$$R1 = 0.500 h = 0.500 \times 3.90 = 1.950$$

$$R2 = 0.200 h = 0.200 \times 3.90 = 0.780$$

$$0.282 h = 0.282 \times 3.90 = 1.100$$

$$0.175 h = 0.175 \times 3.90 = 0.680$$

4.1.1.4 DISEÑO DE LA TOMA:

a) **Diseño del Vertedor:**

$$Q_{\text{capt.}} = 1.1 Q_{\text{diseño}} = 1.1 \times 0.50$$

$$Q_{\text{capt.}} = 0.55 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\text{Cota del Azud} = 451.10 \text{ m.}$$

$$\text{Cota del Vertedor} = 450.80 \text{ m.}$$

$$\text{Altura aprovechable} = 0.30 \text{ m.}$$

$$\text{Cota fondo del canal} = 450.95 \text{ m.}$$

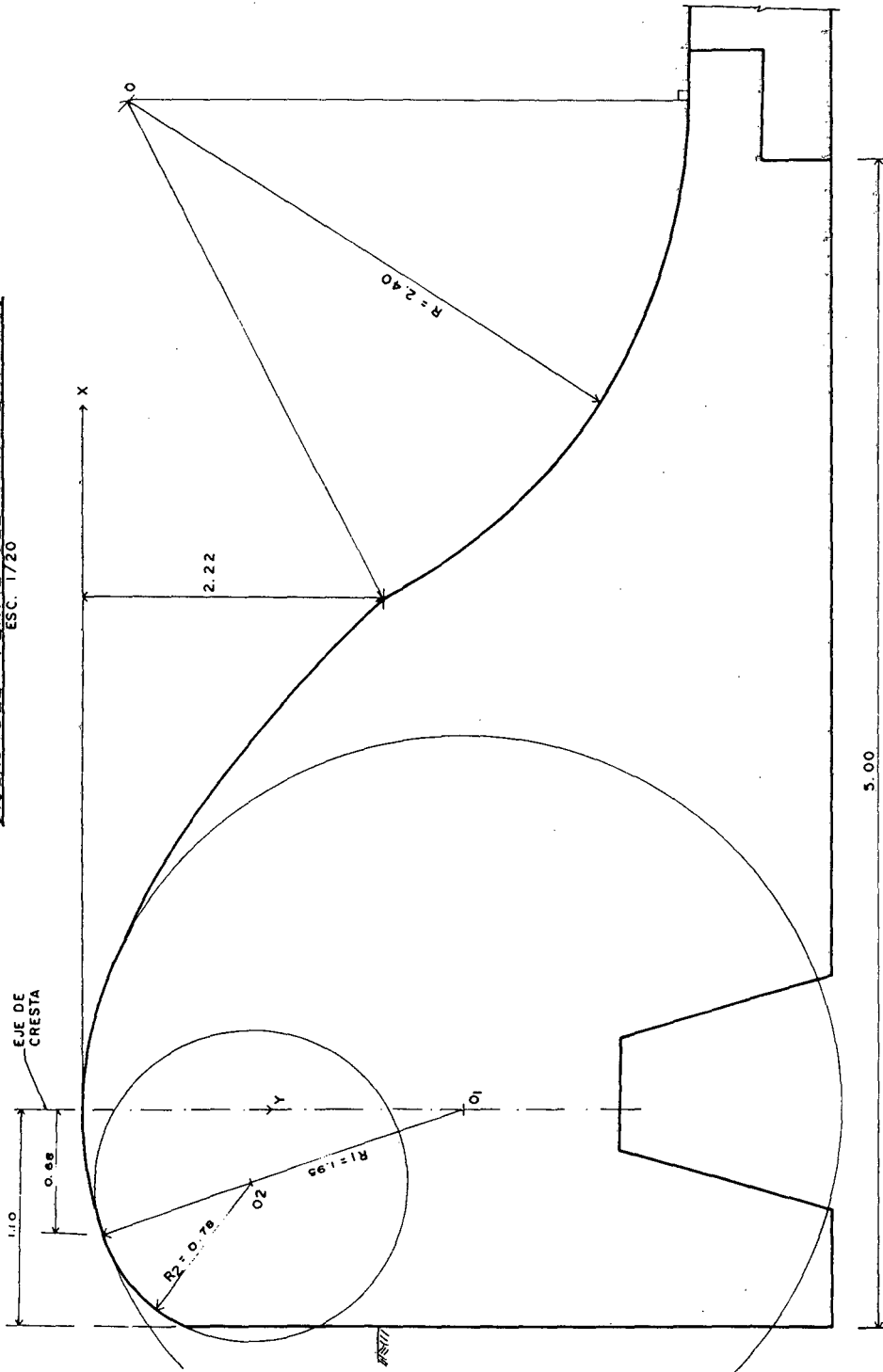
La Fórmula a emplear será:

$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot L \cdot \sqrt{(2 \cdot g \cdot h^3)} \quad \dots \text{(Bibl. 12)}$$

$\mu = 0.70$ recomendable.

$$L = \frac{3}{2} \times \frac{Q}{2 \cdot \mu \cdot \sqrt{(2 \cdot g \cdot h^3)}}$$

GRAFICO No. 14
DISEÑO DEL PERFIL DEL VERTEDERO WES
ESC. 1/20



$$L = \frac{3}{2} \times \frac{0.55}{2 \times 0.70 \sqrt{(2 \times 9.81 \times 0.30^3)}}$$

L = 2.30 m.

4.1.1.5 DISEÑO DEL CANAL DESRRIPADOR:

Q_{máx.} = 1.00 m³/seg Y_{máx.} = 0.80 m.

Q_{dis.} = 0.50 m³/seg Y_{dis.} = 0.50 m.

S = 0.003 (Sección rectangular)

b = 1.00 m.

4.1.1.6 DISEÑO DEL VERTEDOR DE DEMASIAS:

Q_{máx.} = 1.00 m³/seg

Q_{dis.} = 0.50 m³/seg

Q_{vac.} = 0.50 m³/seg

El tirante de salida es:

t = Y_{máx.} - Y_{diseño} = 0.30 m.

Luego la longitud del vertedor lateral será:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot L \cdot \sqrt{[2 \cdot g \cdot h^3]} \dots\dots\dots(\text{Bibl. 12})$$

$$0.50 = \frac{2}{3} \times 0.50 \times L \sqrt{[2 \times 0.81 \times (0.30)^3]}$$

$$L = 2.10 \text{ m.}$$

4.1.1.7 DISEÑO DE LA VENTANA DE REGULACION:

Usaremos la fórmula propuesta por KROCHIN. (Bibl. 11)

$$Q = K \cdot e \cdot a \cdot b \cdot \sqrt{[2 \cdot g \cdot (H + \frac{V^2}{2g} - e \cdot a)]}$$

donde:

a = Altura de la Ventana

b = Coeficiente que depende del valor a/H

H = Nivel agua máx. Aven. - Cota fondo canal

$$H = 455.00 - 450.95 = 4.05 \text{ m.}$$

K = Coeficiente q' varía entre 0.95 - 0.97

$$K = 0.96$$

V = Velocidad sobre la cresta del azud

$$V^2 / 2g = 0.2 \text{ dato de diseño del azud}$$

Asumimos: a = 0.50 m.

$$\text{Entonces } a/H = 0.50/4.05 = 0.123$$

De la Tabla No. 03

$$e = 0.616$$

Reemplazando en (3)

$$Q = 0.96 \times 0.5 \times b \times 0.616 \sqrt{[2 \times 9.81 (4.55 + 0.2 - 0.616 \times 0.5)]}$$

$$Q = 2.76 b$$

El Caudal Máximo que debe entrar en lo posible es que sea el doble del caudal de diseño.

$$Q_{\text{máx.}} = 2 \times Q_{\text{diseño}}$$

$$\text{máx.} = 2 \times 0.50 = 1.00 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Luego:

$$b = 0.36 ; \text{Trabajaremos con } b = 0.40 \text{ m.}$$

Entonces:

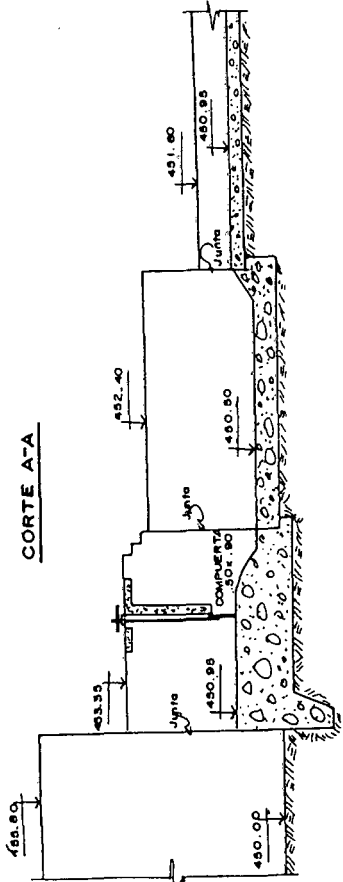
$$a \times b = 0.50 \text{ m.} \times 0.40 \text{ m.}$$

TABLA No. 03: VALORES DEL COEFICIENTE "e"

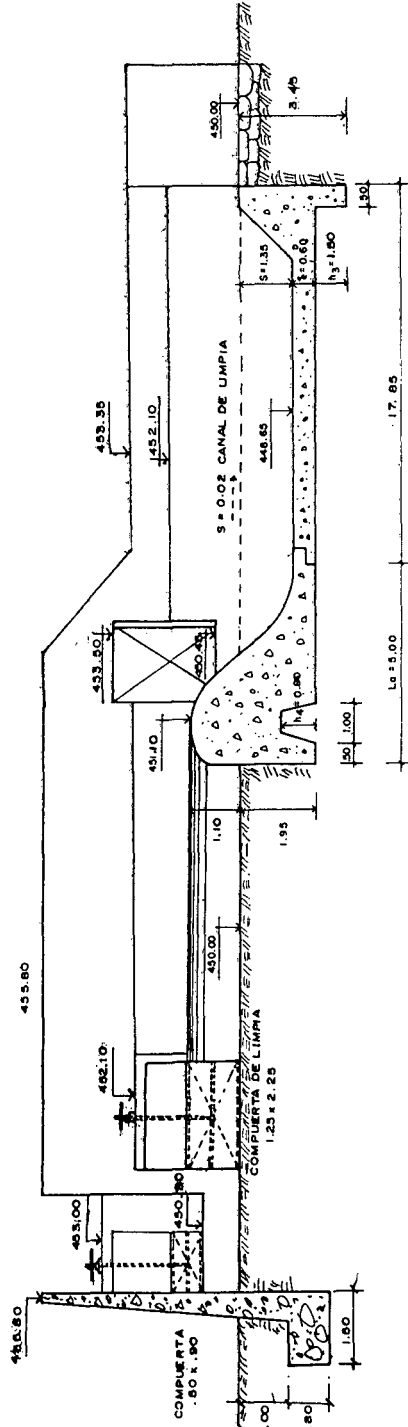
a/H	e
0.000	0.611
0.100	0.615
0.150	0.618
0.200	0.620
0.250	0.622
0.300	0.625

Fuente: (Bibl. 11)

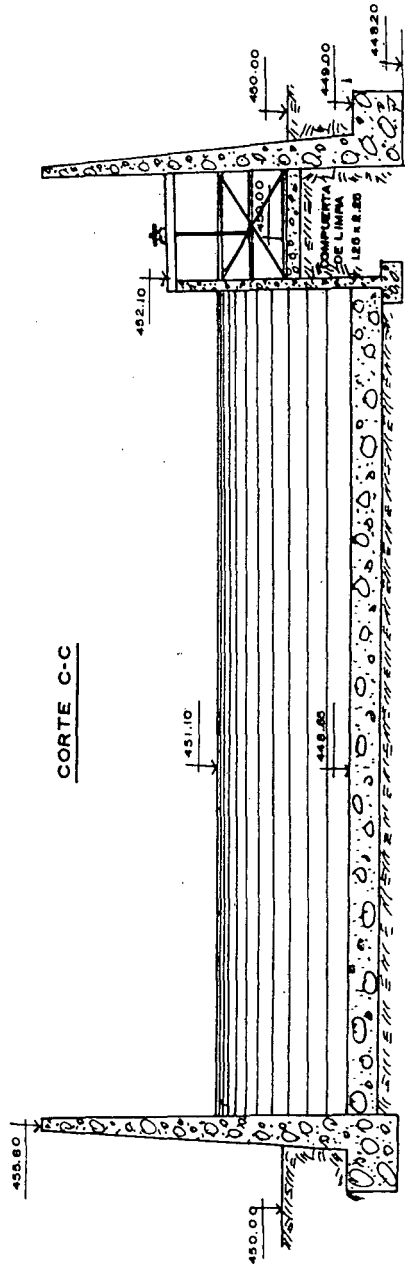
CORTE A-A



CORTE B-B



CORTE C-C



4.1.2 DISEÑO DE LAS OBRAS DE CONDUCCION

El agua captada en la toma será conducida a través de un Canal hasta la Cámara de Carga, para luego ser llevada por una Tubería de Presión a las Turbinas instalados en la Casa de Máquinas para producir energía mecánica y después ser transformada a energía eléctrica.

El tipo y material del canal determinan tres factores básicos que deciden la pendiente y las dimensiones del canal. Estos son:

***SECCION Y ANGULO DEL TALUD DEL CANAL:**

El flujo de agua en un canal hecho de material suelto, como suelo arenoso, hará que las paredes se desmoronen hacia adentro, a menos que los lados estén inclinados ligeramente y el ancho del canal esté en relación a su profundidad. La ventaja de revestir los canales es que resultan más angostos para el mismo caudal, de allí que no se necesita una gran excavación horizontal en una ladera angosta. Normalmente se prefieren canales trapezoidales, por ser muy eficientes hidráulicamente, aunque dependiendo del material, los rectangulares son a veces más fáciles de construir. (Bibl. 13)

***VELOCIDAD DEL AGUA (V):**

Un flujo de agua excesivamente rápido erosionará las paredes del canal, mientras que velocidades demasiado bajas permitirán la colmatación con sedimentos y la obstrucción de la caja del canal. (Bibl 13)

***RUGOSIDAD (n):**

Cuando el agua pasa por el canal, pierde energía en el proceso de deslizarse por las paredes y el lecho. Mientras más rugoso es el material del canal, más pérdida por fricción y mayor la pendiente o desnivel que se requerirá entre la entrada y la salida del canal.

Para el caso de nuestro proyecto, debido a las condiciones geológicas y topográficas usaremos canal rectangular en tres tramos: TRAMO I: 0+000 al 0+720 con $S=0.3\%$, TRAMO II: 0+720 al 0+950 y TRAMO III: 1+142 al 1+182 ambos con $S=0.2\%$. En las progresivas del 0+950 al 1+142 debido a que la pendiente transversal es muy pronunciada, y el volumen de excavación de la plataforma es muy elevado, resulta más económico construir un túnel tipo Baúl con $S=0.2\%$, al mismo tiempo se aprovechará como Reservorio de Regulación por lo que sus dimensiones serán más grandes de lo que exige el diseño hidráulico.

El Canal de Conducción para uso hidroenergético debe ser revestido para evitar erosiones y filtraciones perjudiciales. (Bibl. 11)

4.1.2.1 DISEÑO HIDRAULICO DE CANALES:

a) Tramo I: 0+000 - 0+720 km. (Canal Rectangular)

$$Q_{dis.} = 0.50 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$S = 0.003 \quad n = 0.015$$

Para conseguir una Máxima Eficiencia Hidráulica en Canales Rectangulares se debe cumplir que:

$$b = 2d$$

$$A = b \cdot d = 2d \cdot d = 2 d^2$$

$$P = 4d$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{2d^2}{4d} = \frac{d}{2}$$

Usando la Ecuación de Manning

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$

Reemplazando

$$d = 0.45 \text{ m.} \quad b = 0.90 \text{ m.} \quad V = 1.35 \text{ m/seg}$$

CARACTERISTICAS HIDRAULICAS

$$Q = 0.500 \text{ m}^3 \quad d = 0.450 \text{ m.}$$

$$A = 0.585 \text{ m}^2 \quad n = 0.015$$

$$V = 1.350 \text{ m/seg} \quad e = 0.150 \text{ m.}$$

$$S = 0.003 \quad f = 0.200 \text{ m.}$$

$$b = 0.900 \text{ m} \quad h = 0.650 \text{ m.}$$

b) Tramo II: 0+720 - 0+950 km. (Canal Rectangular)

Tramo III: 1+142 - 1+182 km. (Canal Rectangular)

Usando las mismas fórmulas del ítem (a),

obtenemos:

$$d = 0.50 \text{ m.} \quad b = 1.00 \text{ m.} \quad V = 1.18 \text{ m/seg}$$

CARACTERISTICAS HIDRAULICAS

$$Q = 0.500 \text{ m}^3 \quad d = 0.500 \text{ m.}$$

$$A = 0.700 \text{ m}^2 \quad n = 0.015$$

$$V = 1.180 \text{ m/seg} \quad e = 0.150 \text{ m.}$$

$$S = 0.003 \quad f = 0.200 \text{ m.}$$

$$b = 1.000 \text{ m} \quad h = 0.700 \text{ m.}$$

4.1.2.2 DISEÑO HIDRAULICO DEL TUNEL (Tramo 0+950 - 1+142)

Todas las secciones de túnel son cerradas en su parte superior por un arco semicircular. A partir del momento en que el agua llega a la altura del semicírculo, el perímetro hidráulico aumenta mucho más rápidamente que la sección mojada.

Debido a esto la máxima capacidad del túnel no se obtiene a sección llena sino a un valor de calado algo menor. El cálculo directo es engorroso y es más cómodo utilizar tablas. En el caso de la sección tipo baúl utilizaremos la Tabla No. 04. (Bibl. 11)

Asimismo utilizaremos las siguientes fórmulas:

Area Mojada: (Bibl. 11)

$$A = 0.5 r^2 \left(3.9462 + \frac{\pi\beta}{90} + \text{sen}^2\beta \right) = K_1 \cdot r^2$$

Perímetro Mojado:

$$P = r \left(3.785 + \frac{\pi\beta}{90} \right) = K_2 \cdot r \quad \text{(Bibl. 11)}$$

Radio Hidráulico:

$$R = \frac{A}{P} = \frac{K_1 \cdot r^2}{K_2 \cdot r} \quad \text{(Bibl. 11)}$$

Reemplazando en la ecuación de Manning, tenemos:

$$Q = \frac{K_1 \cdot r^2}{n} (K_3)^{2/3} \cdot S^{1/2} = \frac{K_4 \cdot r^{8/3}}{n} \times S^{1/2}$$

$$Q = K_q \cdot S^{1/2}$$

en la cual

$$K_q = \frac{K_4 \cdot n}{r^{8/3}}$$

Tomando en cuenta que el túnel será revestido el coeficiente de rugosidad tomaremos como $n=0.015$.

Tratándose de túneles que trabajan a gravedad el calado no debe pasar del 85% de la altura total sin que el franco o sea el espacio de aire sea menor de 40 cm.

(Bibl. 11)

Consideraremos como condiciones iniciales de diseño los siguientes datos:

$$Q_{dis.} = 0.50 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$S = 0.002$$

Reemplazando en la fórmula de Manning, obtenemos:

$$Q = K_q \cdot S^{1/2}$$

$$K_q = \frac{0.50}{(0.002)^{1/2}} = 11.18$$

Tanteando en la Tabla No. 04, con distintos valores de d/r , inclusive con el menor valor de la tabla, es decir para $d/r = 1.00$, obtenemos:

$$K_q = \frac{K_q \cdot n}{r^{8/3}} = 1.28$$

entonces:

$$r^{0.83} = \frac{11.18 \times 0.015}{1.28}$$

$$r = 0.35$$

Luego

$$d = 1.28 \times 0.35 = 0.45$$

La altura de seguridad $h > 0.40$ m.

$$h = 2r - d = 2(0.45) - 0.45 = 0.45 > 0.40, \text{ OK!}$$

Pero el alto del túnel de $2r = 0.70$ es insuficiente para realizar cómodamente los trabajos de excavación y revestimiento. Por lo tanto es necesario cambiar la sección a la mínima aceptable.

Según Crochin, recomienda que las dimensiones del túnel no sean menores que los siguientes valores interiores:

1.80 m. para sección baúl

2.00 m. para sección herradura

2.20 m. para sección circular

Las tres secciones pueden inscribirse en un cuadrado.

Cuando debido al pequeño caudal o gran pendiente la

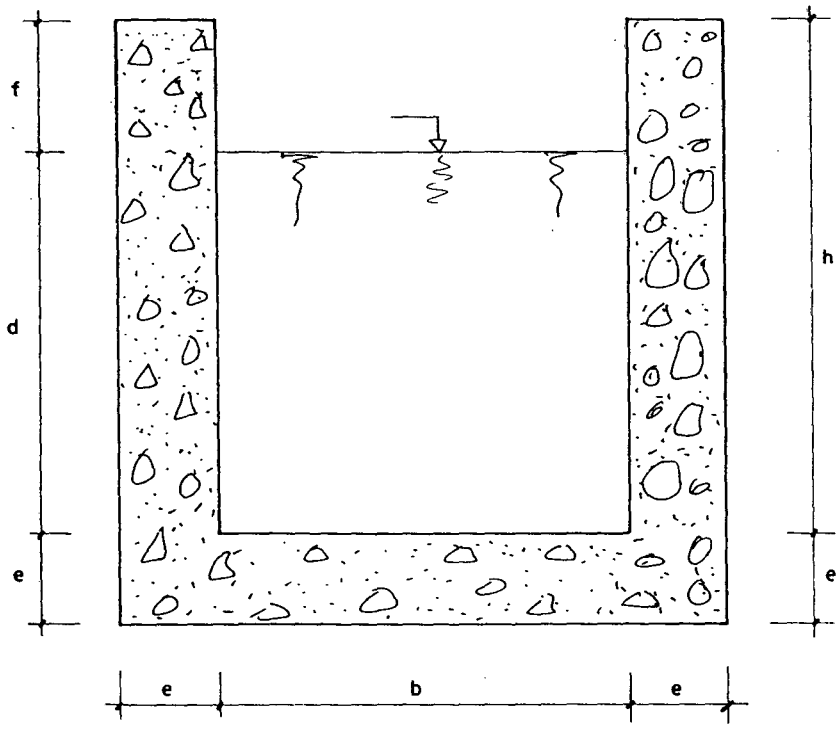
sección se reduce hasta el extremo de que el cuadrado llega a tener valores menores de 1.80 m., entonces debe cambiarse la forma una que ya no se inscribe en un cuadrado sino en un rectangular cuya altura es una vez y media o doble del ancho. Estos túneles pequeños se hacen prácticamente a mano pero de todos modos no deben tener menos de 1.80 m . de alto y 1.20m .de ancho y se recomienda que el ancho no sea menor de 1.40 m. (Bibl. 11)

TABLA No. 04.
CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE TUNELES TIPO BAUL PARA
DISTINTOS CALADOS

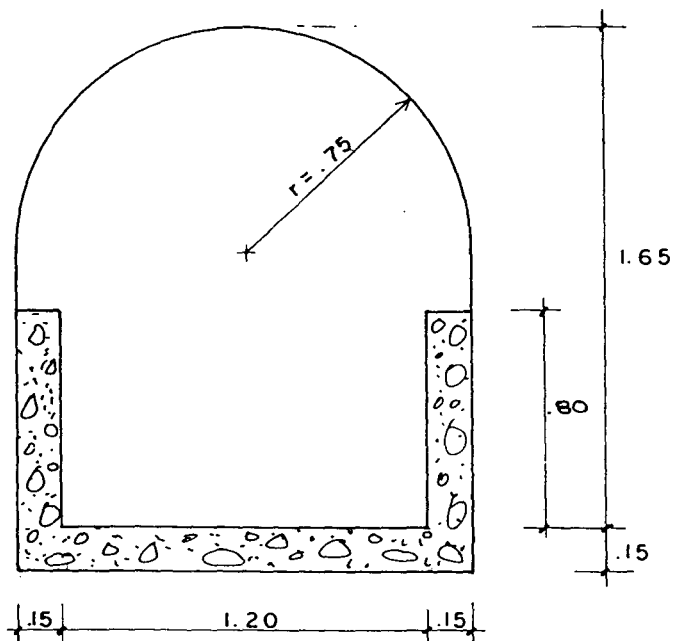
d/r	A/r^2	P/r	R/r	$Kq.n/r^{8/3}$
2.00	3.5439	6.9266	0.5116	2.269
1.99	3.5421	6.6435	0.5331	2.329
1.98	3.5387	6.5260	0.5422	2.353
1.97	3.5342	6.4355	0.5491	2.370
1.96	3.5290	6.2915	0.5549	2.383
1.95	3.5230	6.2915	0.5600	2.394
1.94	3.5165	6.2302	0.5644	2.402
1.93	3.5094	6.1737	0.5684	2.408
1.92	3.5018	6.1213	0.5720	2.413
1.91	3.4937	6.0716	0.5754	2.417
1.90	3.4853	6.0246	0.5784	2.419
1.89	3.4763	5.9797	0.5814	2.420
1.88	3.4669	5.9367	0.5840	2.421
1.87	3.4573	5.8953	0.5865	2.421
1.86	3.4473	5.8555	0.5887	2.420
1.85	3.4368	5.8170	0.5908	2.418
1.84	3.4261	5.7795	0.5928	2.416
1.83	3.4153	5.7435	0.5946	2.414
1.82	3.4039	5.7080	0.5963	2.410
1.81	3.3924	5.6736	0.5979	2.406
1.80	3.3804	5.6393	0.5994	2.405
1.70	3.2485	5.3362	0.6088	2.330
1.60	3.0967	5.0784	0.6105	2.236
1.50	2.9298	4.8326	0.6063	2.100
1.40	2.7513	4.6084	0.5970	1.952
1.30	2.5640	4.3918	0.5834	1.781
1.20	2.3705	4.1881	0.5650	1.620
1.10	2.1728	3.9857	0.5452	1.453
1.00	1.9728	3.7854	0.5213	1.280

Fuente: (Bibl. 11)

SECCION TIPICA DE CANAL RECTANGULAR



SECCION TUNEL TIPO BAUL



4.1.3 DISEÑO DEL DESARENADOR

El agua captada del río y llevado a la turbina transportará pequeñas partículas de materia sólida en suspensión compuesta de materiales abrasivos, tales como arena, que ocasionará el rápido desgaste de los álabes de la turbina. Para eliminar este material se usan desarenadores, en donde la velocidad del agua es reducida con el objeto de que las partículas de arena o piedras se asienten en el fondo del desarenador, donde el depósito formado podrá ser lavado oportunamente. Es necesario que el sedimento se asiente tanto a la entrada del canal como a la entrada de la tubería o cámara de carga. (Bibl. 13)

Los Desarenadores deben cumplir cinco principios básicos: (Bibl. 13)

- I) Deben tener una longitud y un ancho adecuados para que los sedimentos se depositen, sin ser demasiado voluminosos y caros.
- II) Deben permitir una fácil eliminación de los depósitos.
- III) La eliminación de sedimentos a través de la compuerta debe hacerse cuidadosamente para evitar la erosión del suelo que rodea y soporta la base de la tubería y del depósito. Es mejor construir una superficie empedrada similar al canal de desagüe del aliviadero.
- IV) Se debe impedir la turbulencia del agua causada por cambios de área o recodos, que harán que los sedimentos pasen hacia la tubería de presión.

v) Capacidad suficiente para permitir la acumulación de sedimentos.

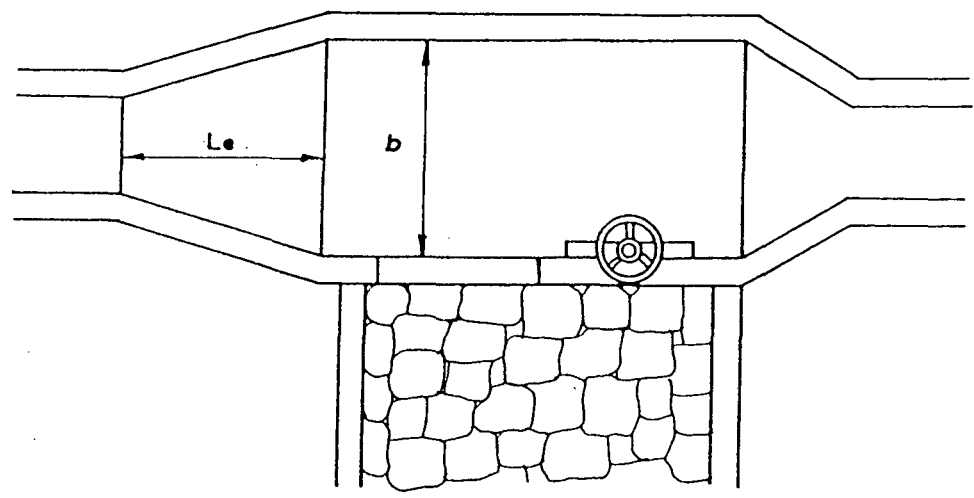
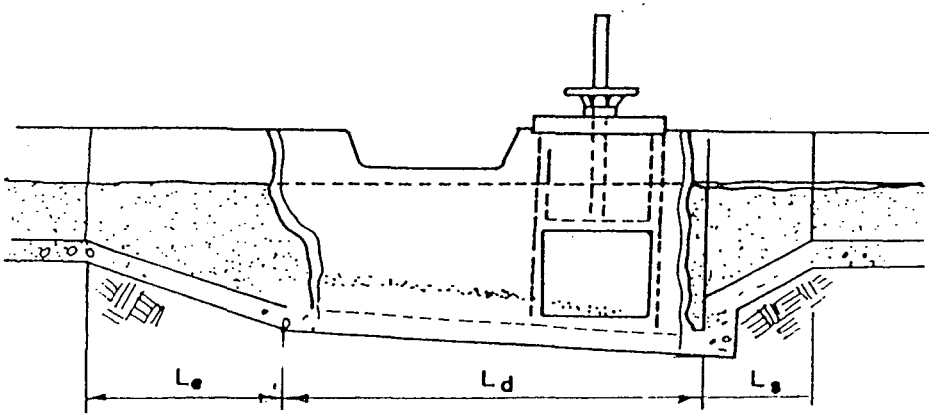
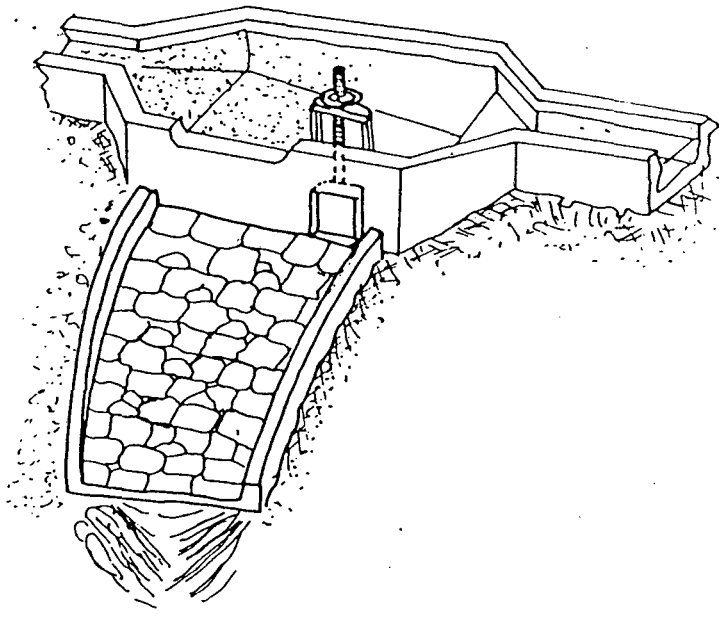
4.1.3.1 ANCHO Y LONGITUD DEL DESARENADOR : (Bibl. 13)

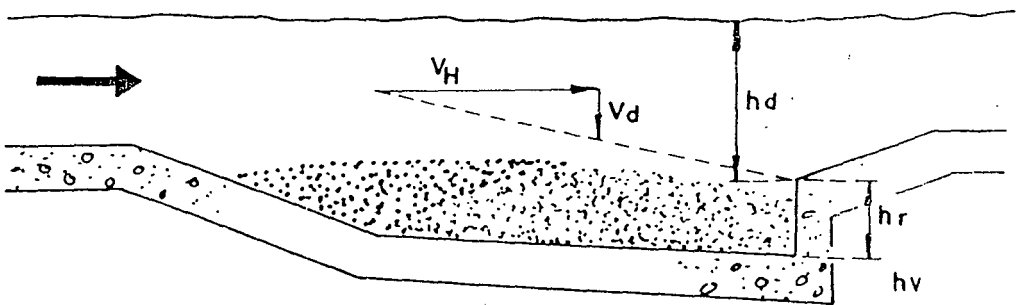
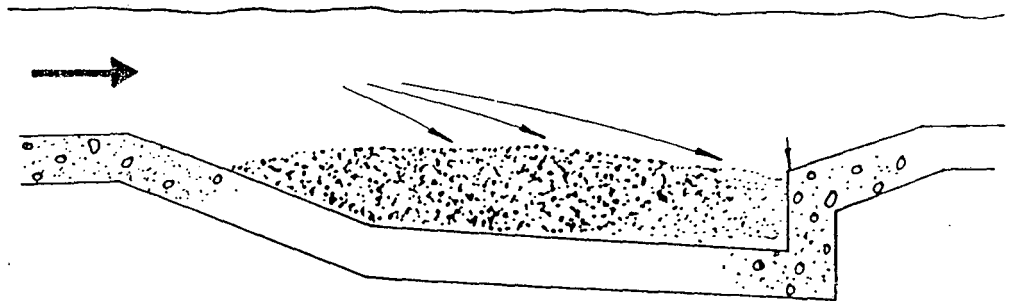
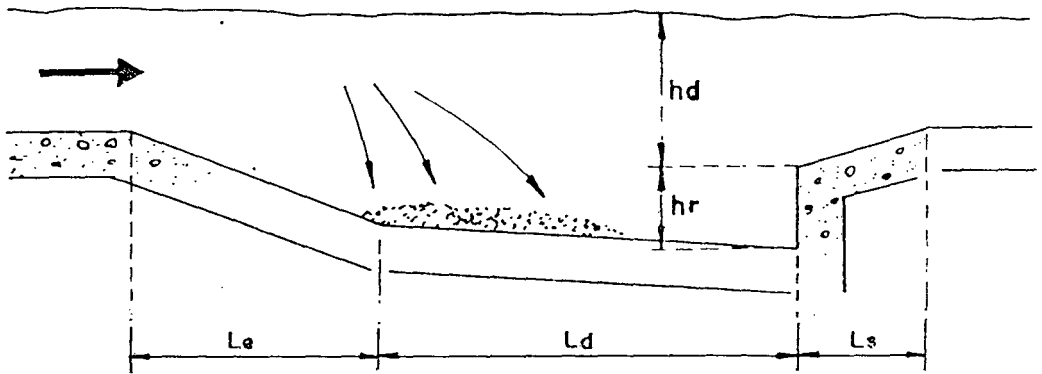
La longitud del desarenador se divide en tres partes: L entrada (Le), L decantación (Ld) y L salida (Ls). La parte central es el área de decantación.. Ver esquema adjunto.

La profundidad del desarenador se divide en dos partes: decantación (hd) y de recolección (hr). El desarenador sólo funcionará correctamente si a la sedimentación que se va formando no se le permite pasar el borde del área de recolección que se encuentra en el límite superior de la zona de recolección (hr).

La velocidad horizontal del agua (VH) será baja puesto que la zona de decantación del desarenador tiene una gran sección transversal (A). Para diseñar un desarenador se elige una velocidad del agua adecuada. Se recomienda un valor de 0.2 m/seg en la mayoría de los casos, pero también pueden adoptarse valores más altos, hasta 0.5 m/seg. El siguiente paso es escoger un valor de la profundidad de decantación (hd). Se recomienda no seleccionar valores mayores a 1 m., para fines de diseño. Otra razón práctica para ello es que el

Esquema de un desarenador





drenaje de la sedimentación del desarenador puede ser difícil de llevarse a cabo si este es muy profundo. En este punto es posible determinar el ancho (b) del desarenador.

En la mayoría de las microcentrales hidroeléctricas es suficiente eliminar partículas que tengan más de 0.3 mm. de diámetro, las cuales tienen velocidades de decantación mayores de 0.03 m/seg. El desarenador debe ser lo suficientemente largo como para permitir que se decanten las partículas más livianas cuando la zona de decantación está llena. (Bibl. 13)

4.1.3.2 DISEÑO HIDRAULICO

La partícula llega al fondo después de un Tiempo T de recorrer la altura como la longitud.

a) **Cálculo de la Longitud del Desarenador (Ld):**

$$T = \frac{hd}{W - \mu} = \frac{Ld}{V} \quad \text{.....(Bibl. 12)}$$

$$Ld = \frac{hd \cdot V}{W - \mu}$$

donde:

hd = Profundidad media de agua en el desarenador

V = Velocidad del agua en el desarenador

W = Velocidad de Decantación o sedimentación

μ = Velocidad ascensional causada por la turbulencia.

Según Sokolov

$$\mu = 0.152 W$$

Reemplazando, tenemos:

$$Ld = \frac{1.20 \text{ hd} \cdot V}{W}$$

Para esta microcentral contamos con los siguientes datos:

$$Q = 1.1 Q_{\text{diseño}} = 1.1 \times 0.50 = 0.55 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 0.30 \text{ m/seg}$$

$$hd = 1.00 \text{ m.}$$

$$O = 0.30 \text{ mm.}$$

$$W = 3.24 \text{ cm/seg (Para } O = 0.30 \text{ mm.)}$$

Reemplazando los datos obtenemos:

$$Ld = \frac{1.20 \times 1.00 \times 0.30}{0.0324} = 11.15 \text{ m.}$$

$$Ld = 11.15 \text{ m.}$$

b) La sección transversal del desarenador será:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.55}{0.30} = 1.83 \text{ m}^2$$

Como $h_d = 1.00 \text{ m.}$, entonces

$$b = 2.00 \text{ m.}$$

c) La Longitud de Transición (L_e) entre el canal y la poza desarenadora será:

$$L_e = \frac{B_2 - B_1}{2 \operatorname{Tg} \alpha} < \frac{L_d}{3} \quad \dots\dots(\text{Bibl. 12})$$

donde:

L_e = Longitud de Transición

B_2 = Ancho del Desarenador

B_1 = Ancho del Canal

α = 12.5 (recomendable)

Reemplazando

$$L_e = \frac{2 - 0.90}{2 \operatorname{Tg}(12.5)} = 2.50 \text{ m.} < \frac{11.15}{3} = 3.72 \text{ m.}$$

$$L_e = 2.50 \text{ m.}$$

d) Compuerta de Limpia del desarenador

$$Q = m \cdot A \cdot \sqrt{(2 \cdot g \cdot H)} \quad \dots\dots(\text{Bibl. 1})$$

donde:

$m =$ Coeficiente de orificio = 0.62 rectangular

$A =$ Area del orificio de la compuerta

Dimensionamiento por tanteos:

Asumiendo

$a \times b = 0.40 \text{ m.} \times 0.50 \text{ m.}$

$H = h_d - a/2 = 1.00 - 0.40/2 = 0.80 \text{ m.}$

Reemplazando en la expresión (4)

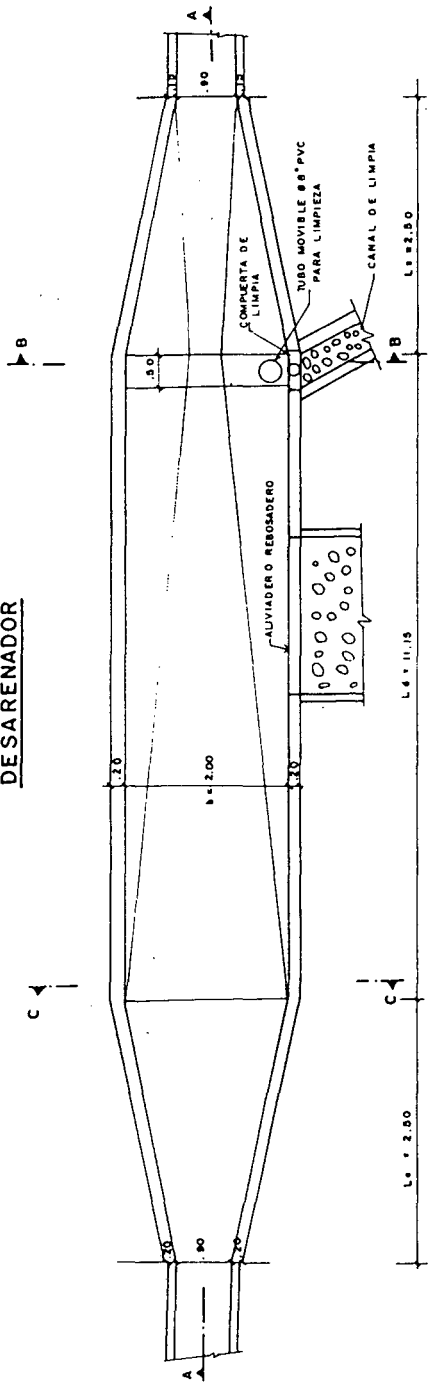
$$Q = 0.62 \times 0.20 \times \sqrt{(2 \times 9.81 \times 0.80)}$$

$$Q = 0.49 < 0.55 \text{ m}^3/\text{seg} \quad \text{OK!}$$

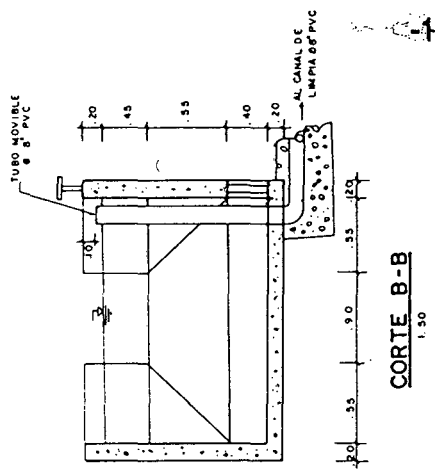
Las dimensiones de la compuerta 0.40 x 0.50 asumidos están correctos.

Las paredes del desarenador serán verticales. El Nivel del fondo del desarenador tendrá una pendiente del 4% longitudinalmente de manera que las partículas decantadas se dirijan hacia el canal de purga, con su respectiva compuerta de limpia.

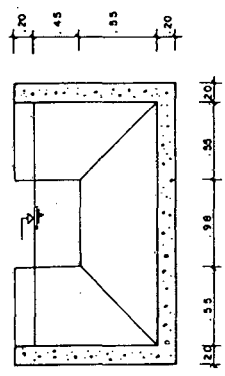
DESARENADOR



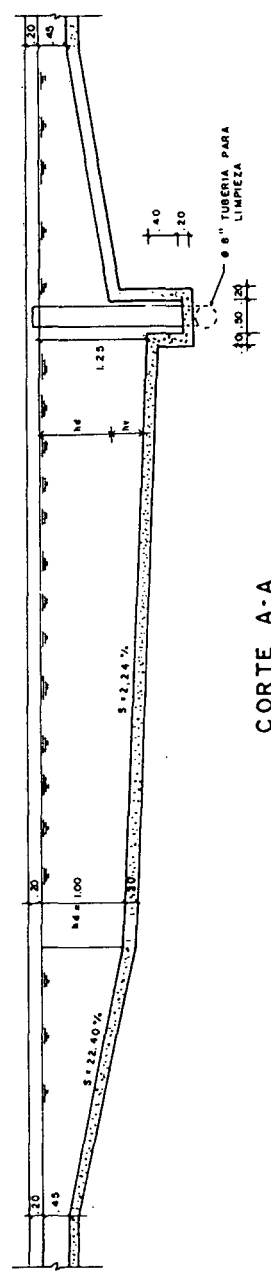
PLANTA
S/E



CORTE B-B
1/50



CORTE C-C
1/50



CORTE A-A

4.1.4 DISEÑO DE LA CAMARA DE CARGA

El Tanque de Presión o Cámara de Carga es una estructura hidráulica que se construye entre el final del canal de conducción y el inicio de la tubería de presión.

Cumple con las siguientes funciones: (Bibl. 11)

- I) Crea un volumen de reserva de agua que permite satisfacer las necesidades de las turbinas durante los aumentos bruscos de demanda.
- II) Impide la entrada en la tubería de presión de materiales sólidos de arrastre y flotantes.
- III) Produce la sedimentación de los materiales sólidos como arenas que vienen por el canal y permite su eliminación.
- IV) Desaloja el exceso de agua en las horas en las que el caudal de agua consumido por las turbinas es inferior al caudal de diseño.
- V) Mantiene sobre la tubería una altura de agua suficiente para evitar la entrada de aire.
- VI) Proporciona la conexión necesaria para unir la tubería de presión con el canal que le antecede.

La Cámara de Carga consta de los siguientes elementos: (Bibl. 12)

- I) Reservorio en contacto con el canal a través de una transición que hace función de desarenador y decantador de fondo.

ii) Vertedero que evacúa hacia un canal de demasías los excesos de agua.

iii) Dispositivos de rejillas y compuertas a la entrada.

iv) Tanquilla de ingreso a la tubería. Dispositivo que mantiene un volumen de agua permanente justo a la entrada de la tubería acondicionada para el ingreso.

4.1.4.1 DISEÑO HIDRAULICO

a) Conexión a la Cámara de Carga y Tubería:

La entrada de la tubería deberá tener una forma abocinada, esto se hace para evitar en lo posible las contracciones de la vena líquida, se consigue aumentando en su origen la sección en un 25% o más y la velocidad de entrada no debe exceder de 1.50 m/seg. En la forma abocinada el coeficiente de contracción puede elevarse a 0.97, así pues la sección de la embocadura puede ser según la fórmula:

$$A = \frac{Q}{0.97 V} = \frac{\pi D_o^2}{4} \dots\dots\dots(\text{Bibl. 3})$$

$$A = \frac{0.50}{0.97 \times 1.50} = \frac{\pi D_o^2}{4}$$

Luego el Diámetro de la embocadura será:

$$D_o = 0.66 \text{ m.}$$

b) **Entrada de aire:**

Si el nivel de agua sobre la entrada de la tubería baja de un cierto valor, se forman remolinos por cuyo embudo es succionado el aire. lo cual es perjudicial para el funcionamiento de las turbinas. (Bibl. 3)

Por este motivo, esto se toma en cuenta en el diseño para que con el máximo descenso del nivel de agua en el tanque de presión, quede siempre una cierta altura mínima de agua sobre la tubería. Gómez Navarro da para esta altura un nivel mínimo igual a 10 veces la energía de la velocidad.

$$H_o = 10 \left(\frac{V^2}{2g} \right) \quad \dots(\text{Bibl. 3})$$

Siendo:

V = Velocidad en la tubería de presión, varía entre 2 m/seg y 8 m/seg.

El Valor de H_o . resulta demasiado grande inclusive trabajando con $V=2$ m/seg.

Haciendo un estudio experimental de la información de remolinos Polikovski y Perlman encontraron, que para que éstos no se formen debe cumplirse la condición:

$$H_o > 0.5 D_o \left(\frac{V}{\sqrt{2D_o}} \right)^{0.66} \dots\dots(\text{Bibl. 3})$$

Siendo:

D_o = Diámetro de la tubería de presión a la entrada = 0.66 m.

Luego:

$$H_o = 0.50 \times 0.66 \times \left(\frac{2}{\sqrt{2 \times 0.66}} \right)^{0.66} = 0.57 \text{ m.}$$

$H_o > 0.57$ m.

c) Carga Mínima sobre la Tubería de Presión H:

$$H = \frac{K (V_{tp})^2}{2g} > 1 \dots\dots(\text{Bibl. 3}).$$

Donde:

V_{tp} = Velocidad del agua en la tubería de presión, varía de 2 m/seg a 8 m/seg.

K = Factor que varía entre 2 y 3

Reemplazando estos valores tenemos:

$$H_1 = 2 \times \left(\frac{2^2}{2 \times 9.81} \right) = 0.41 \text{ m.}$$

$$H_1 = 3 \times \left(\frac{2^2}{2 \times 9.81} \right) = 0.61 \text{ m.}$$

Como debe cumplirse la condición:

$$H > 1$$

Entonces tomaremos:

$$H = 1.00 \text{ m.}$$

d) Compuertas y Rejillas de Ingreso:

Con el objeto de evitar la entrada de materiales flotantes en la tubería, entre ésta y el tubo de presión se instalan rejillas finas; generalmente de platinas de 1/4" x 2" (6 mm. x 50 mm.). (Bibl. 11)

La limpieza de las rejillas se hace por medio de rastrillos especiales y para facilitarla, las rejillas están inclinadas con la horizontal en un ángulo que varía entre 50° y 55°. para limpieza a mano. (Bibl. 11)

Dimensionamiento:

$$Q = c V A$$

Donde:

$$Q = \text{Caudal de diseño} = 0.50 \text{ m}^3/\text{seg}$$

A = Area libre entre barrotes

$$c = \text{Coeficiente de contracción de rejillas} = 0.6$$

$$V = \text{Velocidad del agua en el canal} = 1.18 \text{ m/seg}$$

Luego:

$$A = \frac{Q}{c V} = \frac{0.50}{0.60 \times 1.18} = 0.71 \text{ m}^2$$

* **Ancho Necesario (a):** (Bibl. 11)

$$A = a \times h ; \quad \text{asumimos que } h = 1.00 \text{ m}$$

$$\text{Entonces} \quad a = 0.60 \text{ m.}$$

Luego:

$$a \times h = 0.60 \text{ m.} \times 1.00 \text{ m.}$$

* **No. de espacios entre barras (n):** (Bibl. 11)

$$n = a/s ; \quad \text{donde } s = 0.05 \text{ m.}$$

$$n = 12$$

Entonces el Número de barras a usar es:

$$n' = n - 1 = 12 - 1 = 11$$

$$n' = 11 \text{ barras.}$$

*** Ancho total necesario incluido todas las barras:**

(Bibl. 11)

$$B = b + n' t ; \quad t = \text{espesor de cada barra [m]}$$

$$B = 0.60 + 11 (0.006) = 0.67 \text{ m.}$$

$$B = 0.70 \text{ m.}$$

*** Longitud de las barras (Lb):** (Bibl. 11)

$$Lb = h / \text{sen} \alpha = 1 / \text{sen } 55^\circ = 1.22 \text{ m.}$$

$$Lb = 1.22 \text{ m.}$$

*** Resumen:**

$$\text{Entonces; } B \times h = 0.70 \text{ m.} \times 1.00 \text{ m.}$$

usaremos marco de rejillas con platina de 1/4" x 2" ,
cada 0.05 m.

e) **Pérdida de Carga por Rejillas (hf):**

Según Kirschmer:

$$hf = \beta \left(\frac{t}{s} \right)^{4/3} \left(\frac{V^2}{2g} \right) \text{sen} \alpha \quad \dots\dots(\text{Bibl. 3})$$

$$hf = 2.42 \left(\frac{0.006}{0.05} \right)^{4/3} \left(\frac{1.18^2}{2 \times 9.81} \right) \sin 55^\circ$$

$$hf = 0.008 \text{ m.}$$

Como se puede apreciar con estas dimensiones se obtiene una pérdida de carga mínima.

f) **Cálculo del Allviadero de Demasías:**

*** Cálculo de la altura de agua sobre la cresta**

Para vertederos rectangulares, usaremos la fórmula de Weisbach. (Bibl. 3)

$$Q = \frac{2}{3} c \cdot L \cdot \sqrt{[2 \cdot g \cdot \{(H - h)^{3/2} - h^{3/2}\}]}$$

donde:

c = Coeficiente de descarga, varía de 0.64 a 0.79

L = Longitud de la cresta del rebosador

h = Carga de la velocidad de aproximación

H = Altura de agua sobre el rebosador

Podemos calcular también:

$$h = \frac{V_0^2}{2 \cdot g} \quad \dots\dots\dots(\text{Bibl. 3})$$

donde :

Vo = Velocidad de aproximación

Despreciando "h" por ser muy pequeño por fines prácticos, tenemos:

$$Q = \frac{2}{3} c. L. \sqrt{[2.g.(H)^{2/3}]}$$

Considerando L=4 m. y c = 0.64

$$H = \left[\frac{3Q}{2. c. L. \sqrt{(2g)}} \right]^{2/3}$$

$$H = \left[\frac{3 \times 0.50}{2 \times 0.64 \times 4.0 \sqrt{(2 \times 9.81)}} \right]^{2/3} = 0.16 \text{ m.}$$

Trabajaremos con:

$$H = 0.20 \text{ m.}$$

*** Cálculo de la altura del Muro del canal del aliviadero.**

$$Q = \frac{A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$

$$S = 0.005 \qquad n = 0.015$$

$$A = b \times h \quad ; \quad \text{suponemos } b = 0.50 \text{ m.}$$

Reemplazando y resolviendo por iteraciones

$$h = 0.65 \text{ m.}$$

g) Cálculo del Volumen de la Cámara de Carga

$$V = 0.693 \cdot A \cdot \frac{V^2}{S \cdot g} \quad \dots\dots(\text{Bibl. 1})$$

donde :

A = Area del canal con Qdiseño = 0.500 m³/seg

V = Velocidad del agua en el canal=1.18 m/seg

S = Pendiente del canal = 0.002

g = Aceleración de la gravedad=9.81 m/seg²

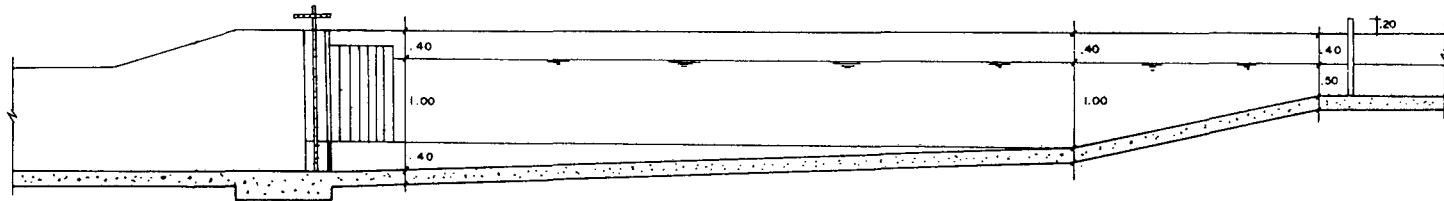
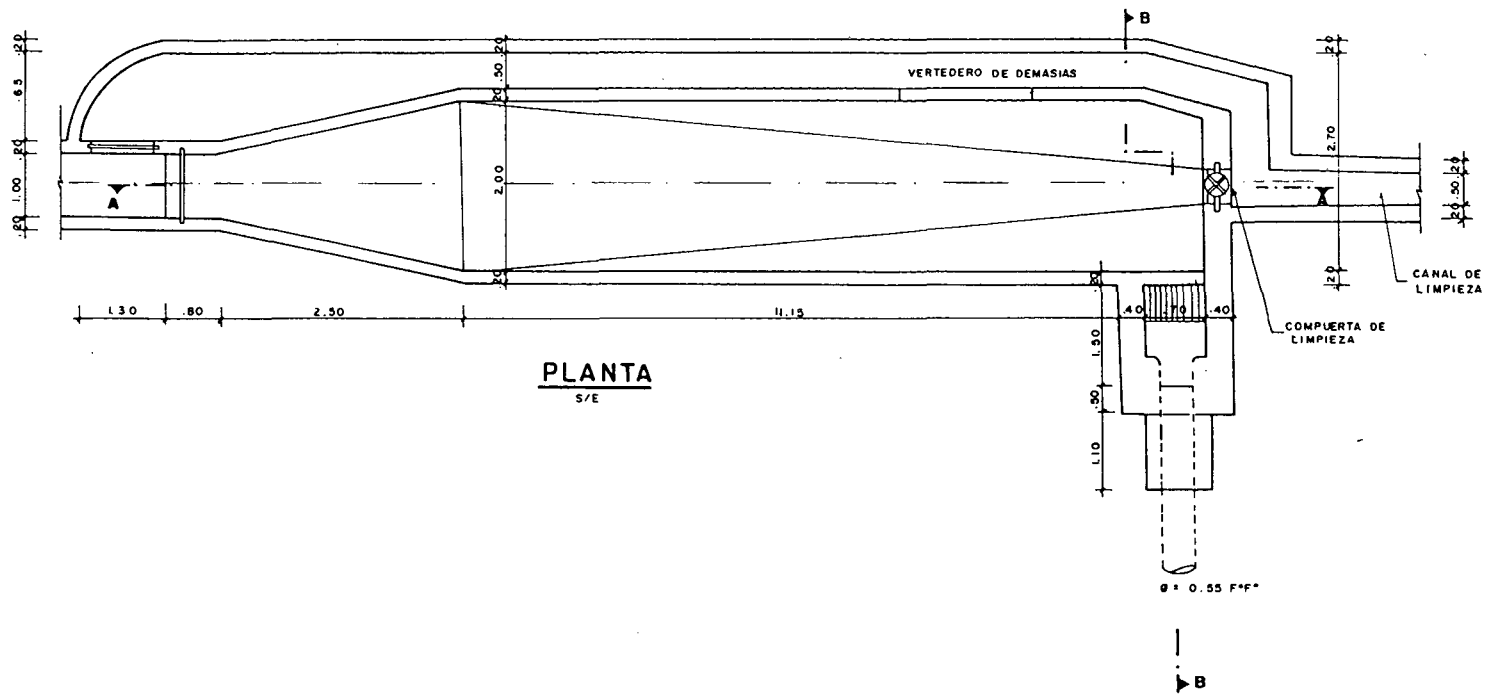
Reemplazando, obtenemos:

$$V = 0.693 \times 0.500 \times \frac{(1.18)^2}{0.002 \times 9.81} = 25 \text{ m}^3$$

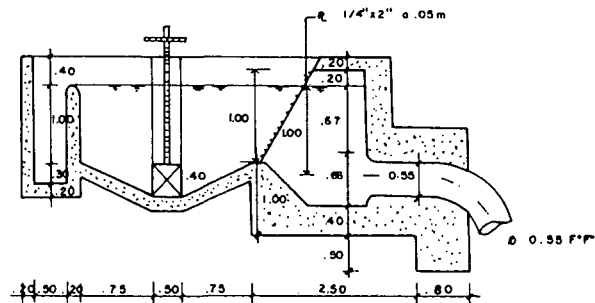
$$V = 25.00 \text{ m}^3$$

Las dimensiones del Desarenador será el mismo que se ha diseñado al comienzo del canal, después de la toma.

CAMARA DE CARGA



CORTE A-A



CORTE B-B

4.1.5 DISEÑO DE LA TUBERIA DE PRESION

Una Tubería de Presión es un conducto cerrado ubicada entre la Cámara de Carga y la Casa de Máquinas. Las Tuberías deben ser hidráulicamente tan eficientes como sea posible con el objeto de conservar la carga disponible y estructuralmente seguras, para prevenir fallas que puedan causar pérdidas de vida o bienes.(Bib. 1)

Las tuberías de acero tienen una resistencia y flexibilidad por lo que es el más conveniente para trabajar con la variación de presiones que provoca la operación de una turbina. Están diseñadas para resistir la carga total que consiste en la carga estática, más la sobrecarga producida por el golpe de ariete. (Bibl. 1)

Debido a las fuertes presiones que soportará es necesario que éstos se apoyen sobre elementos que puedan estar firmemente sujetos al terreno, sobre dados y anclajes de concreto ubicados principalmente en los cambios de dirección de la tubería. (Bibl. 11)

Asimismo, se deben instalar dispositivos de juntas de dilatación ubicadas antes y después de los anclajes, con la finalidad de contrarrestar las variaciones longitudinales provocadas por los cambios de temperatura sensibles por el acero. (Bibl. 11)

4.1.5.1 DETERMINACION DEL DIAMETRO ECONOMICO

El diámetro de máxima conveniencia de la conducción forzada es el que hace mínima la suma de los gastos anuales que comprenden el interés del capital necesario a la adquisición de la tubería y a su amortización, y el valor de la energía equivalente a las pérdidas de carga que se producen en la tubería. (Bibl. 13)

El Costo de la Tubería depende del peso, el espesor y el diámetro.

a) Cálculo del espesor de la Tubería para c/tramo:

Aplicaremos la siguiente fórmula:

$$e = \frac{1.5 P. D.}{2 \sigma} + T_o \quad \dots\dots(Bibl. 11)$$

donde:

P = Presión del agua: $\gamma_a \cdot H_i$

P.e.(agua) = $\gamma_a = 1000 \text{ kg/m}^3$

H_i = Altura de agua [m]

σ_a = Esfuerzo admisible del acero = 1000 kg/cm^2

D = Diámetro de la Tubería [m]

T_o = Coef. de corrosión, $1 \text{ mm} < T_o < 4 \text{ mm}$

Usaremos $T_o = 3 \text{ mm}$.

Reemplazando datos, obtenemos:

$$e = \frac{1.5 \times 1000 \times H_i \times D}{2 \times 10^7} + 0.003$$

Luego el Espesor para c/tramo será:

$$e_1 = 0.005284 \times D + 0.003$$

$$e_2 = 0.009000 \times D + 0.003$$

$$e_3 = 0.011194 \times D + 0.003$$

b) Cálculo del Peso de la Tubería:

$$W_t = \pi D \cdot e \cdot L \cdot \gamma_{ac} \quad \dots\dots\dots(\text{Bibl. 12})$$

$$\gamma_{ac} = 7800 \text{ kg/m}^3 \text{ (P.e. del acero)}$$

Luego el Peso para c/tramo será:

$$W_1 = 3393.87 D (0.005284 D + 0.003)$$

$$W_2 = 3406.12 D (0.009000 D + 0.003)$$

$$W_3 = 2977.29 D (0.011194 D + 0.003)$$

c) Cálculo del Costo de la Tubería:

$$\text{Costo de Tubería} = \text{US \$ } 5000/\text{ton}$$

$$CTT = \text{Costo Tub/ton.} \times W_t$$

$$CTTA = CTT \times \text{FRC} + 5\% CTT \quad \dots\dots\dots(\text{Bibl. 12})$$

donde:

$$CTT = \text{Costo Total de la Tubería.}$$

$$CTTA = \text{Costo Anual de la Tubería}$$

$$\text{FRC} = \text{Factor de recuperación de Capital}$$

$$FRC = \frac{i (1 + i)^n}{(1 + i)^{n-1}}$$

Consideraremos:

$$i = 15\% \qquad n = 15 \text{ años}$$

Reemplazando

$$FRC = \frac{0.15 (1 + 0.15)^{15}}{(1 + 0.15)^{15} - 1}$$

$$FRC = 0.171$$

Luego:

$$CTTA = 0.221 \text{ CTT}$$

$$CTT = 5000 \text{ Wt}$$

El Costo Total Anual para c/tramo será:

$$CTTA = 1105.00 \text{ Wt}$$

d) Cálculo del Costo de la Energía Perdida (Ep):

La energía perdida es producto de la pérdida por fricción en la tubería forzada.

$$P_p = 7.25 Q \cdot H_f \quad [\text{Kw}] \qquad \dots\dots(\text{Bibl. 12})$$

P_p = Potencia Perdida

$$H_f = f \frac{L \cdot V^2}{2 \cdot g \cdot D} \qquad \dots\dots(\text{Bibl. 12})$$

Considerando que:

$$f = 0.02 \quad Q = 0.50 \text{ m}^3/\text{seg} \quad L=399.00 \text{ m.}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{3.14 \times D^2}$$

Elevando al cuadrado

$$V^2 = \frac{16 Q^2}{\pi^2 \times D^4}$$

Reemplazando en (6)

$$H_f = \frac{0.165}{D^5}$$

Luego la Energía Total Perdida será:

$$E_t = P_p \times t \quad \dots\dots\dots(\text{Bibl. 12})$$

Siendo :

t = Horas de funcionamiento de la central (Podemos considerar que durante el año va trabajar solamente el 95% de las horas totales del año, esto es: 8760 horas/año x 0.95 = 8322 horas)

$$E_t = 7.25 \times 0.50 \times \frac{0.165}{D^5} \times 8322$$

$$E_t = \frac{4977.60}{D^5}$$

$$CEP = Et \times Ckwh \quad \dots\dots\dots(\text{Bibl. 12})$$

donde:

CEP = Costo de Energía Perdida

Ckwh= Costo por Kwh = US \$ 0.17

Luego, el Costo de Energía Perdida será:

$$CEP = \frac{846.19}{D^5}$$

e) **Cálculo del Costo Total por Tubería y Pérdida de Energía (CTE) :**

$$CTE = CTTA + CEP \quad \dots\dots(\text{Bibl. 12})$$

Para cada tramo tendremos

$$CTE = 1105.00 Wt + \frac{846.19}{D^5}$$

Remitirse al Cuadro No. 22, donde se desarrolla todo el proceso para determinar el **DIAMETRO ECONOMICO.**

Obteniendo así:

Diámetro Económico Resultante

e = 0.55 m.

CUADRO No. 28:

DETERMINACION DEL DIAMETRO ECONOMICO

Caudal de Diseño = 0.5 m3/seg
 Costo de Tubería = 5000 US\$/ton
 Costo de Energía = 0.17 US\$/kwh

DIAMETRO	VELOCIDAD	e1	e2	e3	W1	W2	W3	WT	CTTA	CEP	CTE
[m]	[m/seg]	[m]	[m]	[m]	[ton]	[ton]	[ton]	[ton]	[US\$]	[US\$]	[US\$]
0.700	1.30	0.00670	0.00930	0.01084	15.91	22.17	22.58	60.67	67,041.64	5,034.76	72,076.40
0.675	1.40	0.00657	0.00908	0.01056	15.04	20.86	21.21	57.12	63,119.81	6,038.79	69,158.60
0.650	1.51	0.00643	0.00885	0.01028	14.19	19.59	19.89	53.68	59,311.14	7,292.93	66,604.07
0.625	1.63	0.00630	0.00863	0.01000	13.37	18.36	18.60	50.33	55,615.61	8,872.97	64,488.57
0.600	1.77	0.00617	0.00840	0.00972	12.56	17.17	17.36	47.09	52,033.22	10,882.10	62,915.32
0.575	1.93	0.00604	0.00818	0.00944	11.78	16.01	16.15	43.95	48,563.99	13,462.62	62,026.61
0.550	2.10	0.00591	0.00795	0.00916	11.02	14.89	14.99	40.91	45,207.90	16,813.40	62,021.29
0.525	2.31	0.00577	0.00773	0.00888	10.29	13.81	13.88	37.98	41,964.95	21,216.43	63,181.39
0.500	2.55	0.00564	0.00750	0.00860	9.57	12.77	12.80	35.14	38,835.16	27,078.14	65,913.30
0.475	2.82	0.00551	0.00728	0.00832	8.88	11.77	11.76	32.41	35,818.51	34,994.59	70,813.09
0.450	3.14	0.00538	0.00705	0.00804	8.21	10.81	10.77	29.79	32,915.00	45,857.07	78,772.08
0.425	3.52	0.00525	0.00683	0.00776	7.57	9.88	9.82	27.26	30,124.65	61,027.32	91,151.96
0.400	3.98	0.00511	0.00660	0.00748	6.94	8.99	8.91	24.84	27,447.44	82,635.94	110,083.37
0.375	4.53	0.00498	0.00638	0.00720	6.34	8.14	8.04	22.52	24,883.37	114,107.08	138,990.45
0.350	5.20	0.00485	0.00615	0.00692	5.76	7.33	7.21	20.30	22,432.45	161,112.30	183,544.75
0.325	6.03	0.00472	0.00593	0.00664	5.20	6.56	6.42	18.19	20,094.68	233,373.81	253,468.49
0.300	7.07	0.00459	0.00570	0.00636	4.67	5.82	5.68	16.17	17,870.06	348,227.16	366,097.22
0.275	8.42	0.00445	0.00548	0.00608	4.16	5.13	4.98	14.26	15,758.58	538,028.70	553,787.28
0.250	10.19	0.00432	0.00525	0.00580	3.67	4.47	4.32	12.45	13,760.25	866,500.61	880,260.86
0.225	12.58	0.00419	0.00503	0.00552	3.20	3.85	3.70	10.75	11,875.07	1,467,426.39	1,479,301.45

Espesores por cada Tramo:

Tramo	Espesores
1	5.91 mm.
2	7.95 mm.
3	9.16 mm.

f) **Golpe de Ariete** :

El rápido cierre o apertura de una válvula produce una onda de presión en una tubería que se denomina GOLPE DE ARIETE, la intensidad de la cual es proporcional a la velocidad de la propagación de la onda que se produce y a la velocidad del flujo que se destruye. (Bibl. 11)

Las sobrepresiones originadas por el Golpe de Ariete se propagan a lo largo de la tubería entre el punto de cierre y hasta la cámara de carga en forma ondulatoria con efectos de compresión del agua y dilatación de la tubería en un sentido. (Bibl. 11)

La velocidad de propagación o celeridad de esta onda elástica a lo largo de la tubería y en forma radial está dada por la siguiente expresión:

$$C = \frac{a}{\left(1 + \frac{E_w \cdot D}{E \cdot e}\right)^{1/2}} \quad \text{.....(Bibl. 11)}$$

donde:

a = Velocidad de propagación del sonido en el agua, varía entre 1420 m/seg -1425 m/seg a 15°.

E_w = Módulo de Elasticidad del volumen de agua = 2 x 10¹⁰ kg/m².

D = Diámetro de la tubería = 0.55 m.

e = Espesor de la tubería.

Tomaremos la Celeridad promedio de los tres tramos.

El Tiempo total de recorrido (T_t) de la onda, está dado por la siguiente fórmula:

$$T_t = \frac{L_t}{C_{prom.}} \quad \text{(a)(Bibl. 11)}$$

donde:

L_t = Longitud total.

C_{prom} = Celeridad promedio

$$\Sigma T_t = \frac{\Sigma L_{tramo}}{\text{Celeridad del tramo}} \quad \text{(b)(Bibl. 11)}$$

Igualando (a) y (b)

$$C_{prom} = \frac{L_1 + L_2 + L_3}{\frac{L_1}{C_1} + \frac{L_2}{C_2} + \frac{L_3}{C_3}}$$

donde:

L1, L2, L3 = Longitud de cada tramo

C1, C2, C3 = Celeridad de cada tramo

reemplazando en la fórmula general tenemos:

$$C_1 = \frac{1425}{\left(1 + \frac{2 \times 10^8 \times 0.55}{2.1 \times 10^{10} \times 0.00591}\right)^{1/2}} = 1037.55 \text{ m/s}$$

$$C_2 = \frac{1425}{\left(1 + \frac{2 \times 10^8 \times 0.55}{2.1 \times 10^{10} \times 0.00795}\right)^{1/2}} = 1106.39 \text{ m/s}$$

$$C_3 = \frac{1425}{\left(1 + \frac{2 \times 10^8 \times 0.55}{2.1 \times 10^{10} \times 0.00916}\right)^{1/2}} = 1136.61 \text{ m/s}$$

Luego:

$$C_{prom.} = \frac{138.50 + 139.00 + 121.50}{\frac{138.50}{1037.55} + \frac{139.00}{1106.39} + \frac{121.50}{1136.61}}$$

$$C_{prom} = 1090.11 \text{ m/seg.}$$

g) Tiempo de Maniobra recomendable de Válvulas (Tm):

El factor de comparación es el tiempo de viaje de ida y vuelta de la onda desde la válvula a la cámara de carga (Tc).

$$T_c = \frac{2L}{C} \quad \dots\dots\dots (\text{Bibl. } 11)$$

$$T_c = \frac{2 \times 399}{1090.11} = 0.73 \text{ seg.}$$

Se pueden presentar 02 casos: Cierre Brusco o Cierre Lento de la válvula de control.

Caso 1 : Cierre Brusco :

$$T_{m1} < T_c$$

Se generará una sobrepresión igual a:

$$P_d = \gamma H_d$$

donde:

$$H_d = \frac{C \cdot V}{g} \quad \dots(\text{Bibl. } 11)$$

donde:

C = Celeridad = 1090.11 m/seg

V = Velocidad del flujo = 2.10 m/seg

g = Aceleración de la gravedad = 9.81 m/seg²

Reemplazando:

$$H_d = \frac{1090.11 \times 2.10}{9.81} = 233.37 \text{ m.}$$

Entonces:

$$P_d = 233,370 \text{ kgf.}$$

Esto se puede evitar controlando el Tiempo de Cierre.

Caso 2 : Cierre Lento:

$$T_{m2} > T_c$$

La sobrepresión que se generará está dado por la fórmula:

$$P_d = \gamma H_d$$

$$H_d = \frac{2.V. L}{g.T_{m2}} \quad \dots(\text{Bibl. 11})$$

El tiempo de cierre recomendado será para que genere una altura de agua igual a:

$$H_d = 0.5 H_e \quad H_e = \text{Altura Estática} = 149.25 \text{ m.}$$

$$H_d = 0.5 (149.25)$$

$$H_d = 74.63 \text{ m.}$$

Entonces:

$$T_{m2} = \frac{2 \times 2.1 \times 399.00}{9.81 \times 74.63} = 2.30 \text{ seg}$$

Luego, el Tiempo de Maniobra debe ser mayor que 2.30 seg. ($T_m > 2.30 \text{ seg}$).

Se debe adquirir para el proyecto una válvula con tiempo de cierre mayor que 2.30 seg.

h) Verificación de los Espesores:

Los espesores fueron calculados en función de los esfuerzos a que estará sometida la tubería considerando además 3 mm. adicionales por efectos de corrosión, pero además existen otros dos efectos que son:

- Por Vibración ante el peso del agua:

El espesor de la tubería debe cumplir con:

$$e \text{ (mm)} > 0.00250D + 1.2, \text{ si } V < 5 \text{ m/seg.}$$

$$e \text{ (mm)} > 0.00385D + 3.1, \text{ si } V > 5 \text{ m/seg.}$$

Para el caso del proyecto $V < 5 \text{ m/seg}$ y $D = 0.55 \text{ m}$

$$e \text{ (mm)} = 5.91 > 0.0025 (550) + 1.20$$

$$e \text{ (mm)} = 5.91 > 2.58 \text{ mm. OK!}$$

- Por Presión de Vacío:

$$e > \frac{D \cdot (F_s)^{1/3} \cdot P_{\text{vacío}}}{2 E_{ac}} \quad \dots(\text{Bibl. 11})$$

Siendo:

$$F_s = 4$$

$$E_{ac} = 2 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$$

$$D = 55 \text{ cm}$$

$$P_{\text{vacío}} = 1 \text{ kg/cm}^2$$

Reemplazando

$$e = 2.2 \text{ mm.}$$

Luego:

$$e = 5.91 \text{ mm} > 2.2 \text{ mm.} \quad \text{OK!}$$

4.1.5.2 ESTRUCTURAS DE ESTABILIZACION

Pilares de soporte, anclajes y bloques de empuje sirven todas para cumplir la misma función básica: Dar el peso necesario para contrarrestar las fuerzas de fluidos que podrían hacer que la tubería se mueva con el peligro de romperse. (Bibl. 13)

Un soporte de tubería sostiene el peso de ésta y el agua que contiene. Los anclajes sirven para mantener en tierra a la tubería, así como para fijarla y evitar movimientos laterales. Un bloque de empuje es usado en codos de tuberías enterradas a fin de transmitir las fuerzas a la tierra circundante.

Los apoyos o soportes deben construirse de manera que permitan el movimiento longitudinal de la tubería al contraerse o dilatarse debido a cambios de temperatura. (Bibl.13)

Los soportes deben ser colocados en suelo original y no en un relleno. La superficie de apoyo debe estar calculada para soportar el peso sin exceder el límite de capacidad de resistencia del suelo. Además deben hacerse canaletas de drenaje a lo largo de la tubería para evitar la erosión de los cimientos de los soportes. (Bibl. 15)

a) **DISEÑO DE LOS ANCLAJES:**

Las fuerzas principales que intervienen sobre el anclaje son los siguientes:

1.- Componentes del Peso Propio de la tubería y del agua:

$$F1 = (Pt + Pw) \frac{L1}{2} \text{ Cos } \alpha \quad \dots\dots(\text{Bibl. 11})$$

Dirección perpendicular al eje de la tubería.

Donde:

Pt = Peso propio del tubo/ml de tubo [kg]

Pw = Peso del agua por ml. de tubo [kg]

L1 = Mitad de la distancia de apoyo inmediato superior hasta el centro del anclaje. Para el proyecto L1 está indicado en los planos y varía de acuerdo a cada tramo.

α = Angulo que forma del eje del tubo con la horizontal

2.- Componentes del Peso Propio de la tubería:

$$F2 = Pt . L2 . \text{ Sen } \alpha \quad \dots\dots(\text{Bibl. 11})$$

Dirección paralelo al eje de la tubería.

Donde:

L2 = Longitud desde la junta de dilatación hasta el anclaje. Para el caso del proyecto la juntas de dilatación están ubicadas en la mitad de cada tramo.

3.- Fuerza de Rozamiento en los apoyos:

Actúa hacia los anclajes produciendo un esfuerzo de compresión (+) en la tubería cuando se incrementa la temperatura y un esfuerzo de tracción (-) cuando disminuye.

$$F3 = \pm \mu (P_t + P_w) \cdot L2 \cdot \cos \alpha \dots\dots(Bibl. 11)$$

μ = Coeficiente de Rozamiento = 0.45

Con Aumento de temperatura, las fuerzas de fricción son dirigidas hacia el anclaje.

Con Disminución de temperatura, las fuerzas de fricción se alejan del anclaje. (Bibl. 11)

4.- Fuerza de Rozamiento en las juntas de dilatación:

Tienen el mismo comportamiento que F3.

$$F4 = \pm 0.745 \pi D_e \dots\dots(Bibl. 11)$$

Dirección paralelo al eje de la tubería.

Donde:

$$D_e = D_i + 2e$$

Di = Diámetro Interior

e = Espesor de la tubería.

5.- Fuerza Axial en la Junta de Dilatación dirigidas hacia el anclaje y debido a la pequeña diferencia en la sección.

$$F5 = 0.25 \pi (De^2 - DI^2) \cdot H1 \quad \dots(\text{Bibl. 11})$$

Donde:

H1 = Carga de agua sobre la junta de dilatación.

6.- Fuerza por Presión del agua dirigidas hacia el anclaje:

$$F6 = 0.25 \pi D^2 \cdot H2 \cdot f \quad \dots\dots(\text{Bibl. 11})$$

Dirección paralelo al eje.

Donde:

H2 = Carga de agua en el anclaje

f = 1.25 = Factor de seguridad por posible golpe de ariete.

7.- Fuerza de Arrastre del Agua en dirección del Movimiento de la misma.

$$F7 = 0.25 \pi DI^2 \cdot hf \quad \dots\dots(\text{Bibl. 11})$$

Donde:

h_f = Pérdida de Carga por rozamiento hidráulico que se produce en el tramo considerado.

$$h_f = 10.34 \frac{n^2 \cdot Q^2 \cdot L}{D^{6.33}} \quad \dots\dots(\text{Bibl. 11})$$

Además, aguas abajo del anclaje tenemos fuerzas análogas que son:

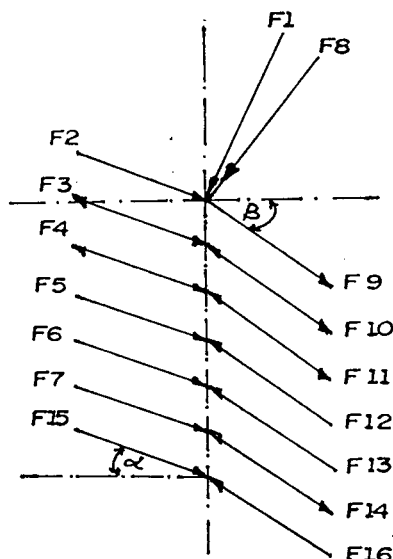
$$F_8, F_9, F_{10}, F_{11}, F_{12}, F_{13}, F_{14} \quad \dots\dots(\text{Bibl. 11})$$

También existe una fuerza centrífuga producida por el cambio de dirección en el codo. La dirección coincide con la de la bisectriz del ángulo formado por las normales a la tubería.

Para facilitar el cálculo se reemplaza esta fuerza por dos iguales coaxiales con la tubería y dirigidas hacia el anclaje cuyo valor es:

$$F_{15} = F_{16} = \frac{Q \cdot V}{g} \quad \dots\dots(\text{Bibl. 11})$$

La dirección de estas fuerzas se muestran en la figura siguiente:



Una vez calculado todas las fuerzas indicadas, procedemos a obtener resultantes Horizontal (FH) y Vertical (FV). Las dimensiones de los apoyos y anclajes se calculan en función de las fuerzas resultantes en X e Y incluyendo el peso propio de los bloques de concreto; además se considera la fuerza de empuje del suelo apoyado sobre el bloque. (Bibl. 11)

La Resultante de todas estas fuerzas será: (Bibl. 11)

I) Con Incremento de Temperatura:

$$FH = -F1 \operatorname{sen} \alpha + \operatorname{Cos} \alpha (F2 + F3 + F4 + F5 + F6 + F7 + F15) - F8 \operatorname{sen} \beta + \operatorname{Cos} \beta (F9 - F10 - F11 - F12 - F13 + F14 - F16).$$

$$FV = -F1 \operatorname{Cos} \alpha + \operatorname{Sen} \alpha (-F2 - F3 - F4 - F5 - F6 - F7 - F15) - F8 \operatorname{Cos} \beta + \operatorname{Sen} \beta (-F9 + F10 + F11 + F12 + F13 - F14 + F16).$$

II) Con Disminución de Temperatura:

$$FH = -F1 \operatorname{sen} \alpha + \operatorname{Cos} \alpha (F2 - F3 - F4 + F5 + F6 + F7 + F15) - F8 \operatorname{sen} \beta + \operatorname{Cos} \beta (F9 + F10 + F11 - F12 - F13 + F14 - F16).$$

$$FV = -F1 \operatorname{Cos} \alpha + \operatorname{Sen} \alpha (-F2 + F3 + F4 - F5 - F6 - F7 - F15) - F8 \operatorname{Cos} \beta + \operatorname{Sen} \beta (-F9 - F10 - F11 + F12 + F13 - F14 + F16).$$

Lo que debe cumplirse en todo anclaje son las siguientes condiciones:

I) Fuerza de Fricción:

La relación entre la fuerza total horizontal y vertical no debe exceder el coeficiente de fricción del terreno con el bloque.

$$\frac{\Sigma FH}{(G + \Sigma FV)} < f \quad \dots(\text{Bibl. 11})$$

Donde:

f = Coeficiente de fricción = 0.30

G = Peso del bloque = 2.20 ton/m³

II) Verificar la resistencia del terreno:

$$\frac{G \pm FV}{b \cdot L} < St \quad \dots(\text{Bibl. 11})$$

Donde:

St = Capacidad portante del suelo = 20 ton/m²

III) La resultante de todas las fuerzas debe pasar por el tercio de la base:

$$\frac{2b}{3} > \frac{M}{FV} > \frac{b}{3} \quad \dots(\text{Bibl. 11})$$

En los apoyos únicamente actúan las Fuerzas F1 y F3.

Trabaja como una viga continua.

El Momento Producido es:

$$M = \frac{1}{12} (Gt + Gw) \cdot L \cdot \cos \beta \quad \text{.(Bibl. 11)}$$

El Momento Resultante es:

$$Mr = \frac{3.14 t \cdot D^2}{4} \quad \text{.....(Bibl. 11)}$$

El Esfuerzo Máximo en la dirección del eje:

$$S = \frac{M}{Mr} = \frac{(Gt + Gw) \cdot L \cdot \cos \beta}{9.42 t \cdot D^2} \quad \text{(Bibl. 11)}$$

Con esta ecuación podemos encontrar la distancia máxima entre apoyos. El Esfuerzo Admisible a la tracción de tuberías de acero está entre 900 kg/cm² y 1600 kg/cm². y la distancia L entre apoyos varía entre 6 m. y 12 m.

El Cálculo de las Fuerzas Actuantes en los anclajes se muestran en los Cuadros Nos. 23 y 24, que a continuación se indican:

CUADRO No. 29:

**DATOS PARA OBTENER LAS FUERZAS PRINCIPALES
EN LOS ANCLAJES**

ANCLAJES	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
DATOS										
Q [m ³ /seg]	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
D [m]	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
e [mm]	5.91	5.91	5.91	5.91	7.95	7.95	7.95	7.95	9.16	9.16
A [m ²]	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238
V [m/seg]	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
	33	17	40	30	25	17	5	30	13	32
	17	40	30	25	17	5	30	13	32	0
Pt [t/m]	0.2380	0.2380	0.2380	0.2380	0.2380	0.2380	0.2380	0.2380	0.2380	0.2380
Pw [t/m]	0.0797	0.0797	0.0797	0.0797	0.1071	0.1071	0.1071	0.1071	0.1235	0.1235
L1 [m]	6.50	6.50	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00	7.00	6.00
L2 [m]	16.50	16.50	12.50	23.75	12.00	18.25	13.75	25.50	47.00	8.75
H1 [m]	12.00	25.00	37.50	58.00	75.00	80.00	92.50	106.50	129.00	145.00
H2 [m]	20.00	30.00	45.00	70.45	80.00	90.75	93.50	120.00	140.00	149.25
hf [m]	0.176L	0.176L	0.176L	0.176L	0.176L	0.176L	0.176L	0.176L	0.176L	0.176L

CUADRO No. 30: DETERMINACION DE LAS FUERZAS PRINCIPALES EN
LOS ANCLAJES

ANCLAJE B							
INCREMENTO DE TEMPERATURA				DISMINUCION DE TEMPERATURA			
FUERZAS	F	FX	FY	FUERZAS	F	FX	FY
F1	0.866	(0.472)	(0.726)	F1	0.866	(0.472)	(0.726)
F2	2.139	1.794	(1.165)	F2	2.139	1.794	(1.165)
F3	1.979	1.659	(1.077)	F3	1.979	(1.659)	1.077
F4	1.315	1.103	(0.716)	F4	1.315	(1.103)	0.716
F5	0.124	0.104	(0.067)	F5	0.124	0.104	(0.067)
F6	5.937	4.979	(3.253)	F6	5.937	4.979	(3.253)
F7	0.272	0.228	(0.148)	F7	0.272	0.228	(0.148)
F8	0.997	(0.299)	(0.944)	F8	0.997	(0.299)	(0.944)
F9	1.148	1.098	(0.336)	F9	1.148	1.098	(0.336)
F10	2.255	(2.157)	0.660	F10	2.255	2.157	(0.660)
F11	1.315	(1.257)	0.384	F11	1.315	1.257	(0.384)
F12	0.206	(0.197)	0.060	F12	0.206	(0.197)	0.060
F13	5.937	(5.677)	1.736	F13	5.937	(5.677)	1.736
F14	0.690	0.659	(0.202)	F14	0.690	0.659	(0.202)
F15	0.107	0.090	(0.058)	F15	0.107	0.090	(0.058)
F16	0.107	(0.102)	0.031	F16	0.107	(0.102)	0.031
SUMA		1.562	(5.901)	SUMA		2.867	(4.302)

ANCLAJE C							
INCREMENTO DE TEMPERATURA				DISMINUCION DE TEMPERATURA			
FUERZAS	F	FX	FY	FUERZAS	F	FX	FY
F1	0.997	(0.299)	(0.944)	F1	0.997	(0.299)	(0.944)
F2	1.148	1.098	(0.336)	F2	1.148	1.098	(0.336)
F3	2.255	2.157	(0.660)	F3	2.255	(2.157)	0.660
F4	1.315	1.257	(0.384)	F4	1.315	(1.257)	0.384
F5	0.258	0.247	(0.075)	F5	0.258	0.247	(0.075)
F6	8.905	8.516	(2.604)	F6	8.905	8.516	(2.604)
F7	0.272	0.260	(0.079)	F7	0.272	0.260	(0.079)
F8	0.791	(0.508)	(0.606)	F8	0.791	(0.508)	(0.606)
F9	2.524	1.934	(1.623)	F9	2.524	1.934	(1.623)
F10	1.907	(1.384)	1.182	F10	1.907	1.384	(1.182)
F11	1.315	(1.007)	0.845	F11	1.315	1.007	(0.845)
F12	0.309	(0.237)	0.199	F12	0.309	(0.237)	0.199
F13	8.905	(8.821)	5.725	F13	8.905	(8.821)	5.725
F14	0.690	0.529	(0.443)	F14	0.690	0.529	(0.443)
F15	0.107	0.102	(0.031)	F15	0.107	0.102	(0.031)
F16	0.107	(0.082)	0.069	F16	0.107	(0.082)	0.069
SUMA		5.770	0.214	SUMA		3.724	(1.712)

ANCLAJE D							
INCREMENTO DE TEMPERATURA				DISMINUCION DE TEMPERATURA			
FUERZAS	F	FX	FY	FUERZA	F	FX	FY
F1	0.730	(0.468)	(0.559)	F1	0.730	(0.468)	(0.559)
F2	1.913	1.465	(1.230)	F2	1.913	1.465	(1.230)
F3	1.369	1.049	(0.990)	F3	1.369	(1.049)	0.990
F4	1.315	1.007	(0.845)	F4	1.315	(1.007)	0.845
F5	0.387	0.298	(0.249)	F5	0.387	0.298	(0.249)
F6	13.357	10.232	(9.597)	F6	13.357	10.232	(9.597)
F7	0.251	0.192	(0.161)	F7	0.251	0.192	(0.161)
F8	0.925	(0.413)	(0.715)	F8	0.925	(0.413)	(0.715)
F9	1.489	1.298	(0.744)	F9	1.489	1.298	(0.744)
F10	1.547	(1.340)	0.774	F10	1.547	1.340	(0.774)
F11	1.315	(1.138)	0.657	F11	1.315	1.138	(0.657)
F12	0.464	(0.402)	0.232	F12	0.464	(0.402)	0.232
F13	13.357	(11.567)	6.679	F13	13.357	(11.567)	6.679
F14	0.522	0.452	(0.261)	F14	0.522	0.452	(0.261)
F15	0.107	0.092	(0.069)	F15	0.107	0.092	(0.069)
F16	0.107	(0.093)	0.054	F16	0.107	(0.093)	0.054
SUMA		0.641	(5.904)	SUMA		1.487	(5.316)

ANCLAJE E							
INCREMENTO DE TEMPERATURA				DISMINUCION DE TEMPERATURA			
FUERZAS	F	FX	FY	FUERZA	F	FX	FY
F1	0.925	(0.413)	(0.715)	F1	0.925	(0.413)	(0.715)
F2	2.926	2.448	(1.413)	F2	2.926	2.448	(1.413)
F3	2.940	2.546	(1.470)	F3	2.940	(2.546)	1.470
F4	1.315	1.138	(0.657)	F4	1.315	(1.138)	0.657
F5	0.598	0.518	(0.299)	F5	0.598	0.518	(0.299)
F6	20.912	19.109	(10.456)	F6	20.912	19.109	(10.456)
F7	0.251	0.217	(0.125)	F7	0.251	0.217	(0.125)
F8	0.864	(0.365)	(0.783)	F8	0.864	(0.365)	(0.783)
F9	2.399	2.165	(1.009)	F9	2.399	2.165	(1.009)
F10	3.077	(2.789)	1.300	F10	3.077	2.789	(1.300)
F11	1.315	(1.191)	0.556	F11	1.315	1.191	(0.556)
F12	0.727	(0.659)	0.307	F12	0.727	(0.659)	0.307
F13	20.912	(19.952)	9.837	F13	20.912	(19.952)	9.837
F14	0.893	0.900	(0.419)	F14	0.893	0.900	(0.419)
F15	0.107	0.093	(0.054)	F15	0.107	0.093	(0.054)
F16	0.107	(0.097)	0.045	F16	0.107	(0.097)	0.045
SUMA		3.668	(8.355)	SUMA		4.259	(5.912)

ANCLAJE F

INCREMENTO DE TEMPERATURA				DISMINUCION DE TEMPERATURA			
FUERZAS	F	FX	FY	FUERZAS	F	FX	FY
F1	0.939	(0.397)	(0.950)	F1	0.939	(0.397)	(0.950)
F2	1.207	1.094	(0.510)	F2	1.207	1.094	(0.510)
F3	1.699	1.531	(0.714)	F3	1.699	(1.531)	0.714
F4	1.324	1.200	(0.560)	F4	1.324	(1.200)	0.560
F5	0.774	0.701	(0.327)	F5	0.774	0.701	(0.327)
F6	23.746	21.521	(10.035)	F6	23.746	21.521	(10.035)
F7	0.251	0.227	(0.106)	F7	0.251	0.227	(0.106)
F8	0.990	(0.290)	(0.947)	F8	0.990	(0.290)	(0.947)
F9	0.935	0.799	(0.244)	F9	0.935	0.799	(0.244)
F10	1.792	(1.704)	0.521	F10	1.792	1.704	(0.521)
F11	1.324	(1.266)	0.397	F11	1.324	1.266	(0.397)
F12	0.925	(0.789)	0.241	F12	0.925	(0.789)	0.241
F13	23.746	(22.709)	6.943	F13	23.746	(22.709)	6.943
F14	0.502	0.490	(0.147)	F14	0.502	0.490	(0.147)
F15	0.107	0.097	(0.045)	F15	0.107	0.097	(0.045)
F16	0.107	(0.102)	0.031	F16	0.107	(0.102)	0.031
SUMA		0.393	(6.361)	SUMA		0.972	(5.631)

ANCLAJE G

INCREMENTO DE TEMPERATURA				DISMINUCION DE TEMPERATURA			
FUERZAS	F	FX	FY	FUERZAS	F	FX	FY
F1	0.990	(0.290)	(0.947)	F1	0.990	(0.290)	(0.947)
F2	1.270	1.215	(0.371)	F2	1.270	1.215	(0.371)
F3	2.711	2.592	(0.793)	F3	2.711	(2.592)	0.793
F4	1.324	1.266	(0.397)	F4	1.324	(1.266)	0.397
F5	0.925	0.789	(0.241)	F5	0.925	0.789	(0.241)
F6	26.937	25.760	(7.976)	F6	26.937	25.760	(7.976)
F7	0.251	0.240	(0.073)	F7	0.251	0.240	(0.073)
F8	1.423	(0.124)	(1.417)	F8	1.423	(0.124)	(1.417)
F9	0.379	0.377	(0.033)	F9	0.379	0.377	(0.033)
F10	2.924	(2.915)	0.246	F10	2.924	2.915	(0.246)
F11	1.324	(1.319)	0.115	F11	1.324	1.319	(0.115)
F12	0.936	(0.933)	0.092	F12	0.936	(0.933)	0.092
F13	26.937	(26.935)	2.349	F13	26.937	(26.935)	2.349
F14	0.763	0.760	(0.067)	F14	0.763	0.760	(0.067)
F15	0.107	0.102	(0.031)	F15	0.107	0.102	(0.031)
F16	0.107	(0.107)	0.009	F16	0.107	(0.107)	0.009
SUMA		0.692	(9.436)	SUMA		1.229	(7.799)

ANCLAJE H							
INCREMENTO DE TEMPERATURA				DISMINUCION DE TEMPERATURA			
FUERZAS	F	FX	FY	FUERZAS	F	FX	FY
F1	1.203	(0.105)	(1.199)	F1	1.203	(0.105)	(1.199)
F2	0.285	0.284	(0.025)	F2	0.285	0.284	(0.025)
F3	2.127	2.119	(0.196)	F3	2.127	(2.119)	0.196
F4	1.324	1.319	(0.115)	F4	1.324	(1.319)	0.115
F5	0.954	0.951	(0.093)	F5	0.954	0.951	(0.093)
F6	27.753	27.648	(2.420)	F6	27.753	27.648	(2.420)
F7	0.293	0.291	(0.026)	F7	0.293	0.291	(0.026)
F8	1.046	(0.523)	(0.906)	F8	1.046	(0.523)	(0.906)
F9	1.638	1.417	(0.818)	F9	1.638	1.417	(0.818)
F10	2.604	(2.255)	1.302	F10	2.604	2.255	(1.302)
F11	1.324	(1.147)	0.662	F11	1.324	1.147	(0.662)
F12	0.965	(0.835)	0.482	F12	0.965	(0.835)	0.482
F13	27.753	(24.054)	13.877	F13	27.753	(24.054)	13.877
F14	0.575	0.498	(0.287)	F14	0.575	0.498	(0.287)
F15	0.107	0.107	(0.009)	F15	0.107	0.107	(0.009)
F16	0.107	(0.093)	0.054	F16	0.107	(0.093)	0.054
SUMA		5.642	10.302	SUMA		5.568	6.976

ANCLAJE I							
INCREMENTO DE TEMPERATURA				DISMINUCION DE TEMPERATURA			
FUERZAS	F	FX	FY	FUERZAS	F	FX	FY
F1	1.046	(0.523)	(0.906)	F1	1.046	(0.523)	(0.906)
F2	3.035	2.628	(1.517)	F2	3.035	2.628	(1.517)
F3	3.430	2.970	(1.715)	F3	3.430	(2.970)	1.715
F4	1.324	1.147	(0.662)	F4	1.324	(1.147)	0.662
F5	1.099	0.951	(0.549)	F5	1.099	0.951	(0.549)
F6	35.619	30.846	(17.910)	F6	35.619	30.846	(17.910)
F7	0.293	0.253	(0.146)	F7	0.293	0.253	(0.146)
F8	1.177	(0.265)	(1.147)	F8	1.177	(0.265)	(1.147)
F9	1.366	1.331	(0.307)	F9	1.366	1.331	(0.307)
F10	3.859	(3.760)	0.868	F10	3.859	3.760	(0.868)
F11	1.324	(1.280)	0.298	F11	1.324	1.280	(0.298)
F12	1.238	(1.208)	0.279	F12	1.238	(1.208)	0.279
F13	35.619	(34.708)	9.014	F13	35.619	(34.708)	9.014
F14	1.066	1.038	(0.240)	F14	1.066	1.038	(0.240)
F15	0.107	0.093	(0.054)	F15	0.107	0.093	(0.054)
F16	0.107	(0.104)	0.024	F16	0.107	(0.104)	0.024
SUMA		(0.599)	(15.570)	SUMA		1.268	(13.142)

ANCLAJE J

INCREMENTO DE TEMPERATURA				DISMINUCION DE TEMPERATURA			
FUERZAS	F	FX	FY	FUERZAS	F	FX	FY
F1	1.233	(0.277)	(1.201)	F1	1.233	(0.277)	(1.201)
F2	2.517	2.452	(0.566)	F2	2.517	2.452	(0.566)
F3	7.449	7.259	(1.676)	F3	7.449	(7.259)	1.676
F4	1.330	1.296	(0.299)	F4	1.330	(1.296)	0.299
F5	1.331	1.297	(0.299)	F5	1.331	1.297	(0.299)
F6	41.556	40.492	(9.350)	F6	41.556	40.492	(9.350)
F7	0.293	0.285	(0.066)	F7	0.293	0.285	(0.066)
F8	1.073	(0.566)	(0.910)	F8	1.073	(0.566)	(0.910)
F9	5.927	5.026	(3.141)	F9	5.927	5.026	(3.141)
F10	6.483	(5.497)	3.435	F10	6.483	5.497	(3.435)
F11	1.330	(1.128)	0.705	F11	1.330	1.128	(0.705)
F12	1.444	(1.225)	0.765	F12	1.444	(1.225)	0.765
F13	41.556	(35.259)	22.020	F13	41.556	(35.259)	22.020
F14	1.964	1.666	(1.041)	F14	1.964	1.666	(1.041)
F15	0.107	0.104	(0.024)	F15	0.107	0.104	(0.024)
F16	0.107	(0.091)	0.057	F16	0.107	(0.091)	0.057
SUMA		15.951	9.409	SUMA		11.993	4.079

ANCLAJE K

DISMINUCION DE TEMPERATURA				DISMINUCION DE TEMPERATURA			
FUERZAS	F	FX	FY	FUERZAS	F	FX	FY
F1	0.920	(0.487)	(0.780)	F1	0.920	(0.487)	(0.780)
F2	1.104	0.936	(0.595)	F2	1.104	0.936	(0.595)
F3	1.207	1.023	(0.640)	F3	1.207	(1.023)	0.640
F4	1.330	1.128	(0.705)	F4	1.330	(1.128)	0.705
F5	1.496	1.269	(0.793)	F5	1.496	1.269	(0.793)
F6	44.302	37.569	(23.475)	F6	44.302	37.569	(23.475)
F7	0.251	0.213	(0.133)	F7	0.251	0.213	(0.133)
F8	1.094	0.000	(1.094)	F8	1.094	0.000	(1.094)
F9	0.000	0.000	0.000	F9	0.000	0.000	0.000
F10	1.423	(1.423)	0.000	F10	1.423	1.423	0.000
F11	1.330	(1.330)	0.000	F11	1.330	1.330	0.000
F12	1.540	(1.540)	0.000	F12	1.540	(1.540)	0.000
F13	44.302	(44.302)	0.000	F13	44.302	(44.302)	0.000
F14	0.366	0.366	0.000	F14	0.366	0.366	0.000
F15	0.107	0.091	(0.057)	F15	0.107	0.091	(0.057)
F16	0.107	(0.107)	0.000	F16	0.107	(0.107)	0.000
SUMA		(8.596)	(29.251)	SUMA		(5.393)	(25.562)

a.1. DIMENSIONAMIENTO DE LOS ANCLAJES :

* Cuando se trata de un codo **CONVEXO** (El angulo con la horizontal es mayor aguas abajo del anclaje aguas arriba), la peor condición se produce con el **INCREMENTO DE TEMPERATURA**, y es para este caso que se diseña el anclaje. (Bibl. 11)

* Cuando se trata de un codo **CONCAVO** (El angulo con la horizontal es menor aguas abajo del anclaje aguas arriba), la peor condición se produce con la **DISMINUCION DE TEMPERATURA**, y es para este caso que se diseña el anclaje. (Bibl. 11)

ANCLAJE B:

$$\alpha = 33^\circ \quad \beta = 17^\circ$$

$\alpha > \beta$ **Más crítico con DISMINUCION DE TEMPERATURA**

$$F_x = 2.867 \text{ ton.} \quad F_y = - 4.302 \text{ ton.}$$

1) Primera Condición de Estabilidad:

$$F_x < 0.30 (G + F_y) \quad \dots\dots(\text{Bibl. 11})$$

$$2.867 < 0.30 (G - 4.302)$$

$$G > 13.86 \text{ ton.}$$

$$V = 13.86 \text{ ton} / 2.2 \text{ ton/m}^3 = 6.30 \text{ m}^3$$

Asumimos $b=2.00 \text{ m.}$

El espacio que ocupa el tubo es: (Bibl. 11)

$$E_{\text{tubo}} = \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4}\right) \times \left[\left(\frac{b}{2 \cos \alpha}\right) + \left(\frac{b}{2 \cos \beta}\right)\right]$$

$$E_{\text{tubo}} = \left(\frac{3.14 \times 0.55^2}{4}\right) \times \left[\left(\frac{2.00}{2 \times \cos 33^\circ}\right) + \left(\frac{2.00}{2 \cos 17^\circ}\right)\right]$$

$$E_{\text{tubo}} = 0.53 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total } V_t = 6.30 \text{ m}^3 + 0.53 \text{ m}^3 = 6.83 \text{ m}^3$$

Asumimos $h=1.50 \text{ m}$

$$\text{Ancho } a = \frac{6.83}{2 \times 1.50} = 2.30 \text{ m.}$$

ii) Segunda Condición:

$$G = 2.2 \times [(2 \times 1.50 \times 2.30) - (0.53)] = 14.00 \text{ ton.}$$

La Fuerza Vertical total será:

$$F_y = 14.00 \text{ ton} - 4.302 \text{ ton} = 9.70 \text{ ton}$$

El esfuerzo transmitido al suelo será:

$$S = \frac{9.70}{2.00 \times 2.30} = 2.10 \text{ ton/m}^2$$

El esfuerzo admisible del suelo es;

$$S_t = 20 \text{ ton/m}^2$$

$$S < S_t \quad \text{OK!}$$

iii) Tercera Condición:

Momento actuante es:

$$M = (9.70 \times 1.00) - (2.867 \times 0.75) = 7.55 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$e = \frac{M}{F_y} = \frac{7.55}{9.70} = 0.78$$

$$1.33 > 0.78 > 0.67 \quad \text{OK!}$$

Luego las dimensiones del Anclaje B serán;

$$b = 2.00 \text{ m.} \quad a = 2.30 \text{ m.} \quad h = 1.50 \text{ m.}$$

ANCLAJE C:

$$\alpha = 17^\circ \quad \beta = 40^\circ$$

$\alpha < \beta$ Más crítico con INCREMENTO DE TEMPERATURA

$$F_x = 5.770 \text{ ton.} \quad F_y = 0.214 \text{ ton.}$$

I) Primera Condición de Estabilidad:

$$F_x < 0.30 (G + F_y)$$

$$5.770 < 0.30 (G + 0.214)$$

$$G > 19.02 \text{ ton.}$$

$$V = 19.02 \text{ ton} / 2.2 \text{ ton/m}^3 = 8.65 \text{ m}^3$$

Asumimos $b=2.00 \text{ m.}$

El espacio que ocupa el tubo es:

$$E_{\text{tubo}} = \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) \times \left[\left(\frac{b}{2 \cos \alpha} \right) + \left(\frac{b}{2 \cos \beta} \right) \right]$$

$$E_{\text{tubo}} = \left(\frac{3.14 \times 0.55^2}{4} \right) \times \left[\left(\frac{2.00}{2 \times \cos 17^\circ} \right) + \left(\frac{2.00}{2 \times \cos 40^\circ} \right) \right]$$

$$E_{\text{tubo}} = 0.56 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total } V_t = 8.65 \text{ m}^3 + 0.56 \text{ m}^3 = 9.21 \text{ m}^3$$

Asumimos $h = 1.50 \text{ m}$

$$\text{Ancho } a = \frac{9.21}{2 \times 1.50} = 3.10 \text{ m.}$$

II) Segunda Condición:

$$G = 2.2 \times [(2 \times 1.50 \times 3.10) - (0.56)] = 19.23 \text{ ton.}$$

La Fuerza Vertical total será:

$$F_y = 19.23 \text{ ton} + 0.214 \text{ ton} = 19.44 \text{ ton}$$

El esfuerzo transmitido al suelo será:

$$S = \frac{19.44}{2.00 \times 3.10} = 3.14 \text{ ton/m}^2$$

El esfuerzo admisible del suelo es:

$$S_t = 20 \text{ ton/m}^2$$

$$S < S_t \quad \text{OK!}$$

III) Tercera Condición:

Momento actuante es:

$$M = (19.44 \times 1.00) - (5.770 \times 0.75) = 15.11 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$e = \frac{M}{F_y} = \frac{15.11}{19.44} = 0.78$$

1.33 > 0.78 > 0.67 OK!

Luego las dimensiones del Anclaje C serán;

b = 2.00 m. a = 3.10 m. h = 1.50 m.

ANCLAJE D:

$\alpha = 40^\circ$ $\beta = 30^\circ$

$\alpha > \beta$ Más crítico con DISMINUCION DE TEMPERATURA

$F_x = 1.487 \text{ ton.}$ $F_y = - 5.316 \text{ ton.}$

i) Primera Condición de Estabilidad:

$F_x < 0.30 (G + F_y)$

$1.487 < 0.30 (G - 5.316)$

$G > 10.27 \text{ ton.}$

$V = 11.27 \text{ ton} / 2.2 \text{ ton/m}^3 = 4.67 \text{ m}^3$

Asumimos b=2.00 m.

El espacio que ocupa el tubo es:

$$E_{\text{tubo}} = \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4}\right) \times \left[\left(\frac{b}{2 \cos \alpha}\right) + \left(\frac{b}{2 \cos \beta}\right)\right]$$

$$E_{\text{tubo}} = \left(\frac{3.14 \times 0.55^2}{4}\right) \times \left[\left(\frac{2.00}{2 \times \cos 40^\circ}\right) + \left(\frac{2.00}{2 \times \cos 30^\circ}\right)\right]$$

$E_{\text{tubo}} = 0.58 \text{ m}^3$

Volumen Total $V_t = 4.67 \text{ m}^3 + 0.58 \text{ m}^3 = 5.25 \text{ m}^3$

Asumimos $h=1.50$ m

$$\text{Ancho } a = \frac{5.25}{2 \times 1.50} = 1.75 \text{ m.}$$

ii) Segunda Condición:

$$G = 2.2 \times [(2 \times 1.50 \times 1.75) - (0.58)] = 10.27 \text{ ton.}$$

La Fuerza Vertical total será:

$$F_y = 10.27 \text{ ton} - 5.316 \text{ ton} = 4.96 \text{ ton}$$

El esfuerzo transmitido al suelo será;

$$S = \frac{4.96}{2.00 \times 1.75} = 1.42 \text{ ton/m}^2$$

El esfuerzo admisible del suelo es;

$$S_t = 20 \text{ ton/m}^2$$

$$S < S_t \quad \text{OK!}$$

iii) Tercera Condición:

Momento actuante es:

$$M = (4.96 \times 1.00) - (1.487 \times 0.75) = 3.84 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$e = \frac{M}{F_y} = \frac{3.84}{4.96} = 0.77$$

$$1.33 > 0.77 > 0.67 \quad \text{OK!}$$

Luego las dimensiones del Anclaje D serán;

$$b = 2.00 \text{ m.} \quad a = 1.75 \text{ m.} \quad h = 1.50 \text{ m.}$$

ANCLAJE E:

$$\alpha = 30^\circ \quad \beta = 25^\circ$$

$\alpha > \beta$ Más crítico con INCREMENTO DE TEMPERATURA

$$F_x = 3.669 \text{ ton.} \quad F_y = - 6.355 \text{ ton.}$$

I) Primera Condición de Estabilidad:

$$F_x < 0.30 (G + F_y)$$

$$3.669 < 0.30 (G - 6.355)$$

$$G > 18.59 \text{ ton.}$$

$$V = 18.59 \text{ ton} / 2.2 \text{ ton/m}^3 = 8.45 \text{ m}^3$$

Asumimos $b=2.00 \text{ m.}$

El espacio que ocupa el tubo es:

$$E_{\text{tubo}} = \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) \times \left[\left(\frac{b}{2 \cos \alpha} \right) + \left(\frac{b}{2 \cos \beta} \right) \right]$$

$$E_{\text{tubo}} = \left(\frac{3.14 \times 0.55^2}{4} \right) \times \left[\left(\frac{2.00}{2 \cos 30^\circ} \right) + \left(\frac{2.00}{2 \cos 25^\circ} \right) \right]$$

$$E_{\text{tubo}} = 0.54 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total } V_t = 8.45 \text{ m}^3 + 0.54 \text{ m}^3 = 8.99 \text{ m}^3$$

Asumimos $h=1.50 \text{ m}$

$$\text{Ancho } a = \frac{8.99}{2 \times 1.50} = 3.00 \text{ m.}$$

ii) **Segunda Condición:**

$$G = 2.2 \times [(2 \times 1.50 \times 3.00) - (0.54)] = 14.00 \text{ ton.}$$

La Fuerza Vertical total será:

$$F_y = 18.61 \text{ ton} - 6.355 \text{ ton} = 12.26 \text{ ton}$$

El esfuerzo transmitido al suelo será;

$$S = \frac{12.26}{2.00 \times 3.00} = 2.04 \text{ ton/m}^2$$

El esfuerzo admisible del suelo es;

$$S_t = 20 \text{ ton/m}^2$$

$$S < S_t \quad \text{OK!}$$

iii) **Tercera Condición:**

Momento actuante es:

$$M = (12.26 \times 1.00) - (3.669 \times 0.75) = 9.51 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$e = \frac{M}{F_y} = \frac{9.51}{12.26} = 0.78$$

$$1.33 > 0.78 > 0.67 \quad \text{OK!}$$

Luego las dimensiones del Anclaje E serán;

$$b = 2.00 \text{ m.} \quad a = 3.00 \text{ m.} \quad h = 1.50 \text{ m.}$$

ANCLAJE F:

$$\alpha = 25^\circ \quad \beta = 17^\circ$$

$\alpha > \beta$ Más crítico , con DISMINUCION DE TEMPERATURA

$$F_x = 0.872 \text{ ton.} \quad F_y = - 5.631 \text{ ton.}$$

i) **Primera Condición de Estabilidad:**

$$F_x < 0.30 (G + F_y)$$

$$0.872 < 0.30 (G - 5.631)$$

$$G > 8.54 \text{ ton.}$$

$$V = 8.54 \text{ ton} / 2.2 \text{ ton/m}^3 = 3.88 \text{ m}^3$$

$$\text{Asumimos } b=2.00 \text{ m.}$$

El espacio que ocupa el tubo es:

$$E_{\text{tubo}} = \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) \times \left[\left(\frac{b}{2 \cos \alpha} \right) + \left(\frac{b}{2 \cos \beta} \right) \right]$$

$$E_{\text{tubo}} = \left(\frac{3.14 \times 0.55^2}{4} \right) \times \left[\left(\frac{2.00}{2 \times \cos 25^\circ} \right) + \left(\frac{2.00}{2 \times \cos 17^\circ} \right) \right]$$

$$E_{\text{tubo}} = 0.51 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total } V_t = 3.88 \text{ m}^3 + 0.51 \text{ m}^3 = 4.39 \text{ m}^3$$

$$\text{Asumimos } h=1.50 \text{ m}$$

$$\text{Ancho } a = \frac{4.39}{2 \times 1.50} = 1.45 \text{ m.}$$

ii) **Segunda Condición:**

$$G = 2.2 \times [(2 \times 1.50 \times 1.45) - (0.51)] = 8.45 \text{ ton.}$$

La Fuerza Vertical total será:

$$F_y = 8.45 \text{ ton} - 5.631 \text{ ton} = 2.82 \text{ ton}$$

El esfuerzo transmitido al suelo será;

$$S = \frac{2.82}{2.00 \times 1.45} = 0.97 \text{ ton/m}^2$$

El esfuerzo admisible del suelo es;

$$S_t = 20 \text{ ton/m}^2$$

$$S < S_t \quad \text{OK!}$$

iii) **Tercera Condición:**

Momento actuante es:

$$M = (2.82 \times 1.00) - (0.872 \times 0.75) = 2.17 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$e = \frac{M}{F_y} = \frac{2.17}{2.82} = 0.77$$

$$1.33 > 0.77 > 0.67 \quad \text{OK!}$$

Luego las dimensiones del Anclaje F serán:

$$b = 2.00 \text{ m.} \quad a = 1.45 \text{ m.} \quad h = 1.50 \text{ m.}$$

ANCLAJE G:

$$\alpha = 17^\circ \quad \beta = 5^\circ$$

$\alpha > \beta$ Más crítico con DISMINUCION DE
TEMPERATURA

$$F_x = 1.229 \text{ ton.} \quad F_y = - 7.799 \text{ ton.}$$

i) **Primera Condición de Estabilidad:**

$$F_x < 0.30 (G + F_y)$$

$$1.229 < 0.30 (G - 7.799)$$

$$G > 11.90 \text{ ton.}$$

$$V = 11.90 \text{ ton} / 2.2 \text{ ton/m}^3 = 5.41 \text{ m}^3$$

Asumimos $b=2.00 \text{ m.}$

El espacio que ocupa el tubo es:

$$E_{\text{tubo}} = \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) \times \left[\left(\frac{b}{2 \cos \alpha} \right) + \left(\frac{b}{2 \cos \beta} \right) \right]$$

$$E_{\text{tubo}} = \left(\frac{3.14 \times 0.55^2}{4} \right) \times \left[\left(\frac{2.00}{2 \cos 17^\circ} \right) + \left(\frac{2.00}{2 \cos 5^\circ} \right) \right]$$

$$E_{\text{tubo}} = 0.49 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total } V_t = 5.41 \text{ m}^3 + 0.49 \text{ m}^3 = 5.90 \text{ m}^3$$

Asumimos $h=1.50 \text{ m}$

$$\text{Ancho } a = \frac{5.90}{2 \times 1.50} = 2.00 \text{ m.}$$

ii) Segunda Condición:

$$G = 2.2 \times [(2 \times 1.50 \times 2.00) - (0.49)] = 12.12 \text{ ton.}$$

La Fuerza Vertical total será:

$$F_y = 12.12 \text{ ton} - 7.799 \text{ ton} = 4.32 \text{ ton}$$

El esfuerzo transmitido al suelo será;

$$S = \frac{4.32}{2.00 \times 2.00} = 1.08 \text{ ton/m}^2$$

El esfuerzo admisible del suelo es;

$$St = 20 \text{ ton/m}^2$$

$$S < St \quad \text{OK!}$$

III) Tercera Condición:

Momento actuante es:

$$M = (4.32 \times 1.00) - (1.229 \times 0.75) = 3.40 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$e = \frac{M}{F_y} = \frac{3.40}{4.32} = 0.77$$

$$1.33 > 0.77 > 0.67 \quad \text{OK!}$$

Luego las dimensiones del Anclaje G serán;

$$b = 2.00 \text{ m.} \quad a = 2.00 \text{ m.} \quad h = 1.50 \text{ m.}$$

ANCLAJE H:

$$\alpha = 5^\circ \quad \beta = 30^\circ$$

$\alpha < \beta$ Más crítico con DISMINUCION DE
TEMPERATURA

$$F_x = 5.642 \text{ ton.} \quad F_y = -10.302 \text{ ton.}$$

I) Primera Condición de Estabilidad:

$$F_x < 0.30 (G + F_y)$$

$$5.642 < 0.30 (G - 10.302)$$

$$G > 8.50 \text{ ton.}$$

$$V = 8.50 \text{ ton} / 2.2 \text{ ton/m}^3 = 3.86 \text{ m}^3$$

Asumimos $b=2.00 \text{ m.}$

El espacio que ocupa el tubo es:

$$E_{\text{tubo}} = \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4}\right) \times \left[\left(\frac{b}{2 \cos \alpha}\right) + \left(\frac{b}{2 \cos \beta}\right)\right]$$

$$E_{\text{tubo}} = \left(\frac{3.14 \times 0.55^2}{4}\right) \times \left[\left(\frac{2.00}{2 \times \cos 5^\circ}\right) + \left(\frac{2.00}{2 \cos 30^\circ}\right)\right]$$

$$E_{\text{tubo}} = 0.51 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total } V_t = 3.86 \text{ m}^3 + 0.51 \text{ m}^3 = 4.37 \text{ m}^3$$

Asumimos $h=1.50 \text{ m}$

$$\text{Ancho } a = \frac{4.37}{2 \times 1.50} = 1.45 \text{ m.}$$

ii) Segunda Condición:

$$G = 2.2 \times [(2 \times 1.50 \times 1.45) - (0.51)] = 8.45 \text{ ton.}$$

La Fuerza Vertical total será:

$$F_y = 8.45 \text{ ton} + 10.302 \text{ ton} = 18.75 \text{ ton}$$

El esfuerzo transmitido al suelo será:

$$S = \frac{18.75}{2.00 \times 1.45} = 6.47 \text{ ton/m}^2$$

El esfuerzo admisible del suelo es;

$$S_t = 20 \text{ ton/m}^2$$

$$S < S_t \quad \text{OK!}$$

iii) Tercera Condición:

Momento actuante es:

$$M = (18.75 \times 1.00) - (5.642 \times 0.75) = 14.52 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$e = \frac{M}{F_y} = \frac{14.52}{18.75} = 0.77$$

$$1.33 > 0.77 > 0.67 \quad \text{OK!}$$

Luego las dimensiones del Anclaje H serán;

$$b = 2.00 \text{ m.} \quad a = 1.45 \text{ m.} \quad h = 1.50 \text{ m.}$$

ANCLAJE I:

$$\alpha = 30^\circ \quad \beta = 13^\circ$$

$\alpha > \beta$ Más crítico con DISMINUCION DE TEMPERATURA

$$F_x = 1.268 \text{ ton.} \quad F_y = -13.148 \text{ ton.}$$

i) Primera Condición de Estabilidad:

$$F_x < 0.30 (G + F_y)$$

$$1.268 < 0.30 (G - 13.148)$$

$$G > 17.37 \text{ ton.}$$

$$V = 17.37 \text{ ton} / 2.2 \text{ ton/m}^3 = 7.90 \text{ m}^3$$

Asumimos $b = 2.00 \text{ m.}$

El espacio que ocupa el tubo es:

$$E_{\text{tubo}} = \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) \times \left[\left(\frac{b}{2 \cos \alpha} \right) + \left(\frac{b}{2 \cos \beta} \right) \right]$$

$$E_{\text{tubo}} = -\left(\frac{3.14 \times 0.55^2}{4}\right) \times \left[\left(\frac{2.00}{2 \times \cos 30^\circ}\right) + \left(\frac{2.00}{2 \times \cos 13^\circ}\right)\right]$$

$$E_{\text{tubo}} = 0.52 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total } V_t = 7.90 \text{ m}^3 + 0.52 \text{ m}^3 = 8.42 \text{ m}^3$$

Asumimos $h=1.50 \text{ m}$

$$\text{Ancho } a = \frac{8.42}{2 \times 1.50} = 2.80 \text{ m.}$$

II) Segunda Condición:

$$G = 2.2 \times [(2 \times 1.50 \times 2.80) - (0.52)] = 17.34 \text{ ton.}$$

La Fuerza Vertical total será:

$$F_y = 17.34 \text{ ton} - 13.148 \text{ ton} = 4.19 \text{ ton}$$

El esfuerzo transmitido al suelo será:

$$S = \frac{4.19}{2.00 \times 2.80} = 0.75 \text{ ton/m}^2$$

El esfuerzo admisible del suelo es:

$$S_t = 20 \text{ ton/m}^2$$

$$S < S_t \quad \text{OK!}$$

III) Tercera Condición:

Momento actuante es:

$$M = (4.19 \times 1.00) - (1.268 \times 0.75) = 3.24 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$e = \frac{M}{F_y} = \frac{3.24}{4.19} = 0.77$$

$$1.33 > 0.77 > 0.67 \quad \text{OK!}$$

Luego las dimensiones del Anclaje I serán;

$$b = 2.00 \text{ m.} \quad a = 2.80 \text{ m.} \quad h = 1.50 \text{ m.}$$

ANCLAJE J:

$$\alpha = 13^\circ \quad \beta = 32^\circ$$

$\alpha < \beta$ Más crítico con INCREMENTO DE TEMPERATURA

$$F_x = 15.851 \text{ ton.} \quad F_y = 8.409 \text{ ton.}$$

i) **Primera Condición de Estabilidad:**

$$F_x < 0.30 (G + F_y)$$

$$15.851 < 0.30 (G + 8.409)$$

$$G > 44.43 \text{ ton.}$$

$$V = 44.43 \text{ ton} / 2.2 \text{ ton/m}^3 = 20.20 \text{ m}^3$$

Asumimos $b = 3.00 \text{ m.}$

El espacio que ocupa el tubo es:

$$E_{\text{tubo}} = -\left(\frac{\pi \cdot D^2}{4}\right) \times \left[\left(\frac{b}{2 \cos \alpha}\right) + \left(\frac{b}{2 \cos \beta}\right)\right]$$

$$E_{\text{tubo}} = -\left(\frac{3.14 \times 0.55^2}{4}\right) \times \left[\left(\frac{3.00}{2 \cos 13^\circ}\right) + \left(\frac{3.00}{2 \cos 32^\circ}\right)\right]$$

$$E_{\text{tubo}} = 0.78 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total } V_t = 20.20 \text{ m}^3 + 0.78 \text{ m}^3 = 20.98 \text{ m}^3$$

Asumimos $h=2.50$ m

$$\text{Ancho } a = \frac{20.96}{3 \times 2.50} = 2.80 \text{ m.}$$

ii) Segunda Condición:

$$G = 2.2 \times [(3 \times 2.50 \times 2.80) - (0.78)] = 44.48 \text{ ton.}$$

La Fuerza Vertical total será:

$$F_y = 44.48 \text{ ton} + 8.409 \text{ ton} = 52.89 \text{ ton}$$

El esfuerzo transmitido al suelo será:

$$S = \frac{52.89}{3.00 \times 2.80} = 6.29 \text{ ton/m}^2$$

El esfuerzo admisible del suelo es;

$$S_t = 20 \text{ ton/m}^2$$

$$S < S_t \quad \text{OK!}$$

iii) Tercera Condición:

Momento actuante es:

$$M = (52.89 \times 1.50) - (15.851 \times 1.25) = 59.52 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$e = \frac{M}{F_y} = \frac{59.52}{52.89} = 1.13$$

$$2.00 > 1.13 > 1.00 \quad \text{OK!}$$

Luego las dimensiones del Anclaje J serán;

$$b = 3.00 \text{ m.} \quad a = 2.80 \text{ m.} \quad h = 2.50 \text{ m.}$$

ANCLAJE K:

$$\alpha = 32^\circ \quad \beta = 00^\circ$$

$\alpha > \beta$ Más crítico con DISMINUCION DE TEMPERATURA

$$F_x = - 5.393 \text{ ton.} \quad F_y = - 25.562 \text{ ton.}$$

i) Primera Condición de Estabilidad:

$$F_x < 0.30 (G + F_y)$$

$$-5.393 < 0.30 (G - 25.562)$$

$$G > 7.59 \text{ ton.}$$

$$V = 7.59 \text{ ton} / 2.2 \text{ ton/m}^3 = 3.80 \text{ m}^3$$

Asumimos $b=2.00 \text{ m.}$

El espacio que ocupa el tubo es:

$$E_{\text{tubo}} = -\left(\frac{\pi \cdot D^2}{4}\right) \times \left[\left(\frac{b}{2 \cos \alpha}\right) + \left(\frac{b}{2 \cos \beta}\right)\right]$$

$$E_{\text{tubo}} = -\left(\frac{3.14 \times 0.55^2}{4}\right) \times \left[\left(\frac{2.00}{2 \times \cos 32^\circ}\right) + \left(\frac{2.00}{2 \cos 00^\circ}\right)\right]$$

$$E_{\text{tubo}} = 0.52 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total } V_t = 3.80 \text{ m}^3 + 0.52 \text{ m}^3 = 1.98 \text{ m}^3$$

Asumimos $h=1.50 \text{ m}$

$$\text{Ancho } a = \frac{1.98}{2 \times 1.50} = 0.66 \text{ m.}$$

ii) **Segunda Condición:**

$$G = 2.2 \times [(2 \times 1.50 \times 0.66) - (0.52)] = 3.21 \text{ ton.}$$

La Fuerza Vertical total será:

$$F_y = 3.21 \text{ ton} - 25.562 \text{ ton} = - 22.35 \text{ ton}$$

El esfuerzo transmitido al suelo será;

$$S = \frac{22.35}{2.00 \times 0.66} = 16.93 \text{ ton/m}^2$$

El esfuerzo admisible del suelo es;

$$S_t = 20 \text{ ton/m}^2$$

$$S < S_t \quad \text{OK!}$$

iii) **Tercera Condición:**

Momento actuante es:

$$M = (22.35 \times 1.00) - (5.393 \times 0.75) = 18.31 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$e = \frac{M}{F_y} = \frac{18.31}{22.35} = 0.82$$

$$1.33 > 0.82 > 0.67 \quad \text{OK!}$$

Luego las dimensiones del Anclaje K serán;

$$b = 2.00 \text{ m.} \quad a = 0.66 \text{ m.} \quad h = 1.50 \text{ m.}$$

b) DISEÑO DE LOS APOYOS INTERMEDIOS:

Los apoyos son bloques de hormigón que permiten que la tubería se deslice sobre ellos, cuando cambia de longitud debido a variaciones térmicas. Los apoyos de la tubería suelen llevar en su parte superior una plancha de acero curvada o hierro "U", empotrada en el bloque. (Bibl. 13)

Las únicas fuerzas que actúan son equivalentes al Peso Propio de la tubería F_1 y la Fuerza de Rozamiento F_3 . (Bibl. 11)

Sólo consideraremos para el diseño el tramo más crítico:

Tramo C - D:

$$\alpha = 40^\circ \quad \beta = 30^\circ$$

$$P_t = 0.2380$$

$$P_w = 0.0797$$

$$L_1 = 6.00 \text{ m.}$$

$$L_2 = 12.50 \text{ m.}$$

$$F_1 = (0.2380 + 0.0797) \times \frac{6}{2} \times \cos 40^\circ = 0.730 \text{ ton.}$$

$$F_3 = 0.45 \times (0.2380 + 0.0797) \times 12.50 \times \cos 40^\circ = 1.37 \text{ ton.}$$

Descomposición de Fuerzas:

$$F1X = - F1 \text{ Sen } \alpha = - 0.730 \text{ Sen } 40^\circ = - 0.469 \text{ ton.}$$

$$F1Y = - F1 \text{ Cos } \alpha = - 0.730 \text{ Cos } 40^\circ = - 0.559 \text{ ton.}$$

$$F2X = - F2 \text{ Cos } \alpha = 1.370 \text{ Cos } 40^\circ = - 1.049 \text{ ton.}$$

$$F2Y = F2 \text{ Sen } \alpha = 1.370 \text{ Sen } 40^\circ = 0.881 \text{ ton.}$$

$$\Sigma FX = 1.518 \text{ ton.}$$

$$\Sigma FY = 0.322 \text{ ton.}$$

1) Primera Condición de equilibrio:

$$FX < 0.30 (G \pm FV)$$

$$1.518 < 0.30 (G + 0.322)$$

$$G > 4.738 \text{ ton.}$$

$$V = \frac{4.738}{2.2} = 2.15 \text{ m}^3$$

Asumimos $b = 1.50 \text{ m.}$, $h = 1.00 \text{ m.}$

Luego:

$$\text{Ancho } a = \frac{2.15}{1.50 \times 1.00} = 1.45 \text{ m.}$$

Entonces:

$$a \times b \times h = 1.45 \text{ m.} \times 1.50 \text{ m.} \times 1.00 \text{ m.}$$

ii) Segunda Condición de Equilibrio:

$$G = 2.2 (1.50 \times 1.00 \times 1.45) = 4.785 \text{ ton.}$$

$$FV = 4.785 + 0.322 = 5.107 \text{ ton.}$$

$$S = \frac{5.107}{1.50 \times 1.45} = 2.35 \text{ ton/m}^2.$$

$$S = 2.35 \text{ ton/m}^2 < St = 20 \text{ t/m}^2 \quad \text{OK!}$$

iii) Tercera Condición de Equilibrio:

$$M = 4.785 \times 0.75 - 1.518 \times 0.50 = 2.83$$

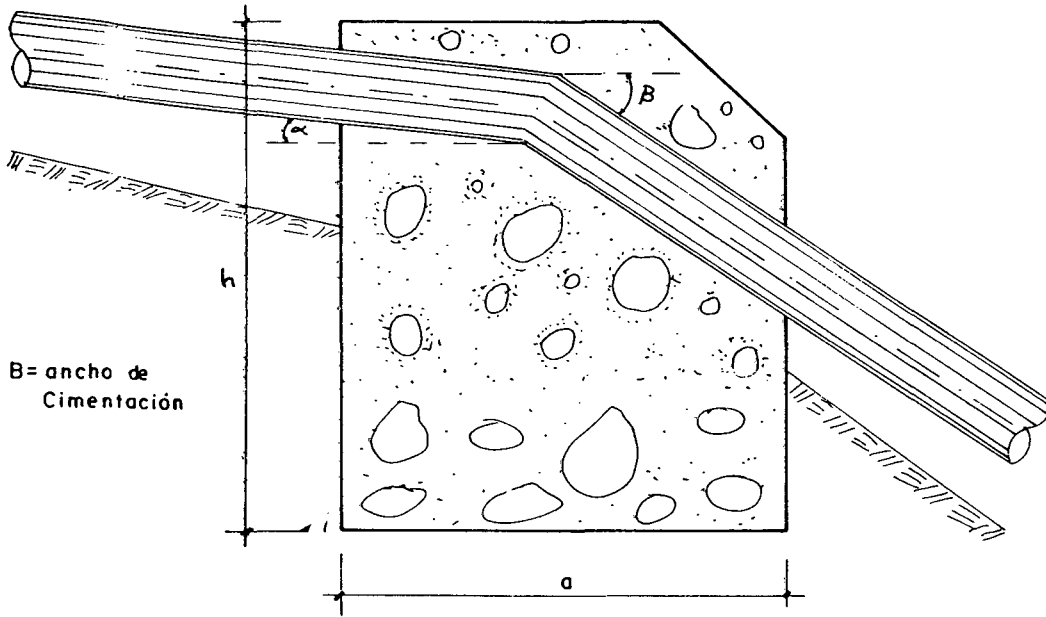
$$e = \frac{M}{FV} = \frac{2.83}{5.107} = 0.55 \text{ m.}$$

$$1 > e = 0.55 \text{ m.} > 0.50 \text{ m.} \quad \text{OK!}$$

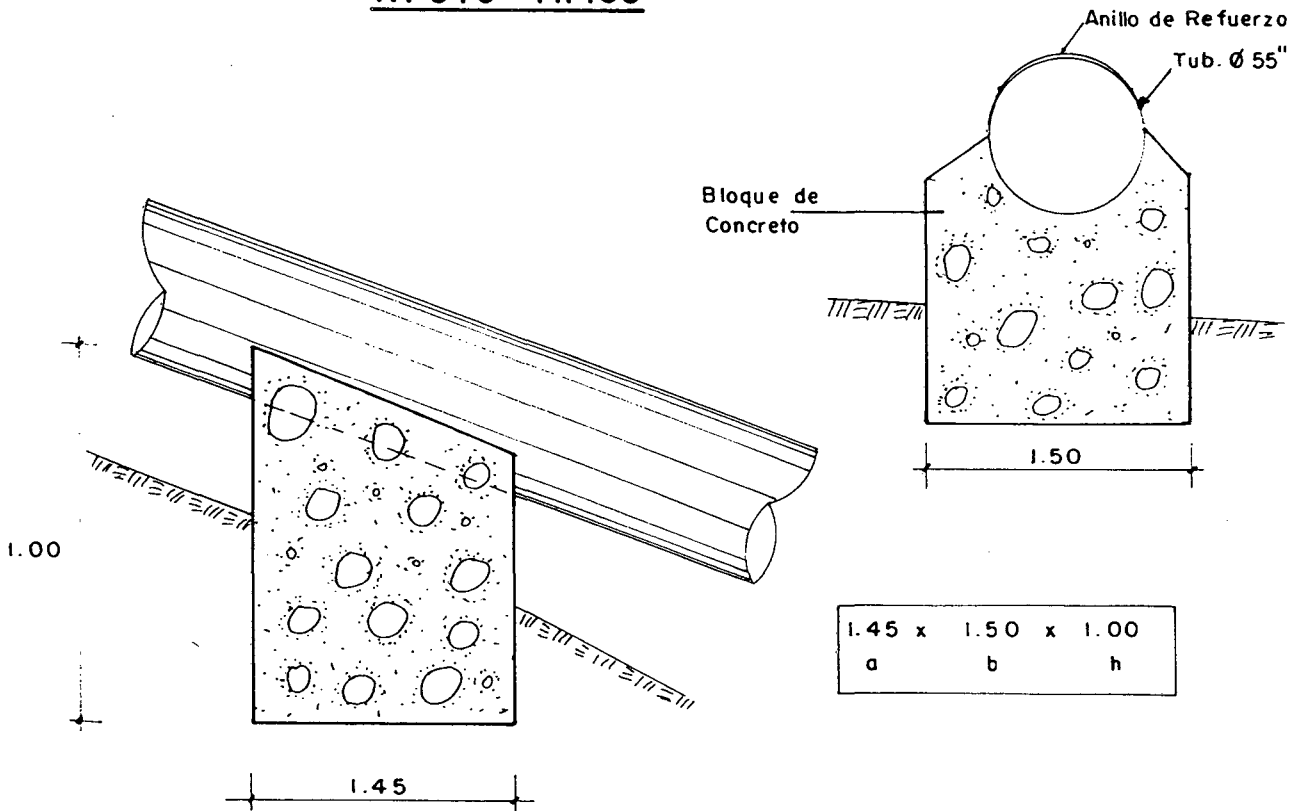
Luego todos los apoyos tendrán las siguientes dimensiones:

$$a \times b \times h = 1.45 \text{ m.} \times 1.50 \text{ m.} \times 1.00 \text{ m.}$$

ANCLAJE TIPICO



APOYO TIPICO



4.1.6 DISEÑO DE LA CASA DE MAQUINAS

Llamado también Casa de Fuerza, consiste en una construcción cuya función es la de albergar la maquinaria y equipo de la central.

Debido que la pendiente es muy pronunciada, se ha logrado ubicar en una zona poco accidentada, la que estará ubicada a 30 m. de diferencia de altura respecto al espejo de agua y a 50 m. medida en proyección horizontal de la quebrada de Tununtunumba; logrando de esta manera descartar cualquier deterioro de la casa por posibles inundaciones.

El área necesaria para la Casa de Fuerza está en función del Caudal "Q" y de la Caída Neta "H" (no incluye residencia del operador).

Según el Tabla No. 05 (Bibl. 8), entrando con $Q = 0.50 \text{ m}^3/\text{seg}$ y $H=149.25$, determinamos que el área destinada a la Casa de Fuerza será por lo menos de $A = 80.00 \text{ m}^2$. Para el proyecto optamos por $7.00 \text{ m} \times 14.00 \text{ m}$., haciendo un área de $A=98.00 \text{ m}^2$.

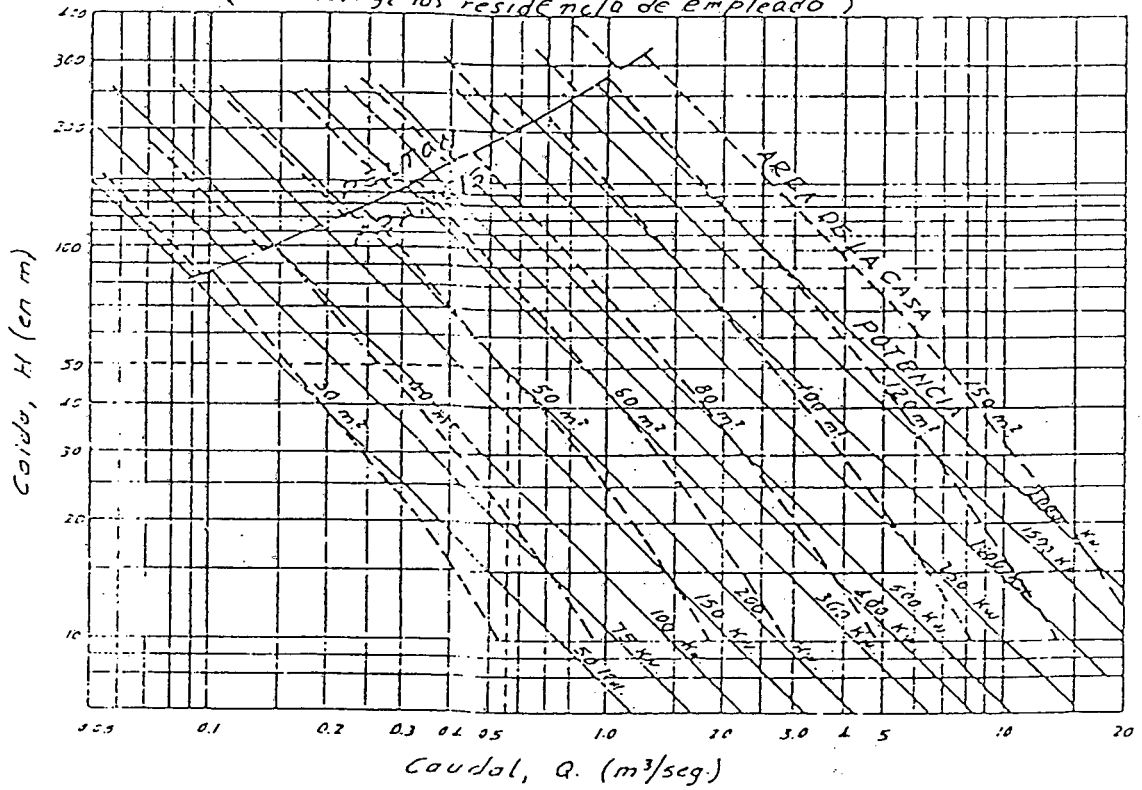
La edificación contempla los siguientes ambientes: Sala de Máquinas, oficina, Almacén, Servicios Higiénicos y un dormitorio para el operador, además de un canal de fuga para eliminar las aguas nuevamente hacia la quebrada.

TABLA Nº 05

AREA NECESARIA PARA LA CASA DE
MAQUINAS DE UNA CENTRAL HIDRAULICA

En función de Q. y H.

(no incluye los residencio de empleado)



Ejemplo: Para $Q = 0.55 \text{ m}^3/\text{seg.}$ y $H = 50 \text{ m.}$

Buscar la intersección de las líneas de $Q = 0.55$ y de $H = 50$,
lo que da como área de la casa de máquinas, 50 m^2 y
 200 KW de potencia.

Se optó por una construcción del tipo APORTICADA, con columnas y viga collarín de concreto armado, techo de calamina sobre tijerales de madera tornillo, muros de bloqueta de cemento, Puertas y ventanas de fierro.

La arquitectura y los detalles se muestran en los planos (P-13 y P-14).

4.1.7 DISEÑO DEL CANAL DE FUGA

El agua después de pasar por la tubería de la Casa de Máquinas llega a una última sección que es la Cámara de Descarga, por intermedio de un tubo difusor. Posteriormente el agua circulará por el canal de fuga hasta llevar nuevamente hacia la quebrada de Tununtunumba.

Se ha considerado el canal de sección rectangular por tratarse de una zona rocosa.

Condiciones Hidráulicas:

$$Q = 0.50 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$S = 0.600 \text{ (Por la topografía del terreno)}$$

$$n = 0.015$$

$$L = 58.00 \text{ m.}$$

Realizando el mismo análisis del diseño de Obras de Conducción y considerando la pendiente natural del terreno el mismo del canal ($S=0.600$) y $b = 2d$, obtenemos:

$$b \times d = 0.70 \times 0.55$$

4.1.8 DISEÑO DEL EQUIPO ELECTROMECHANICO

4.1.8.1 Cálculo de las Pérdidas de Carga:

a) Pérdidas en las Rejillas de la Cámara de Carga:

Este valor fue calculado en el diseño de la Cámara de Carga.

$$hf = 0.008 \text{ m.}$$

b) Pérdidas por contracción en la entrada de la tubería.:

$$hf2 = \frac{0.1 V^2}{2 \cdot g} \quad \dots\dots(\text{Bibl. 13})$$

$$hf2 = \frac{0.1 \times (2.10)^2}{2 \times 9.81} = 0.022 \text{ m.}$$

$$hf2 = 0.022 \text{ m.}$$

c) Pérdidas por Fricción:

$$hf_3 = f \left(\frac{L}{D} \right) \left(\frac{V^2}{2 \cdot g} \right) \dots\dots\dots(\text{Bibl. 13})$$

Donde:

f = Coeficiente por fricción

L = Longitud de la Tubería = 399 m.

D = Diámetro de la Tubería = 0.55 m.

V = Velocidad media del agua = 2.10 m/seg

g = Aceleración de la gravedad = 9.81m/seg²

El coeficiente "f" se puede calcular por el diagrama de Moody, en función del No. de Reynolds. (Bibl. 13)

$$Rc = \frac{V \cdot D}{\gamma}$$

γ = Viscosidad Cinemática del agua

$$\gamma = 1.14 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg}$$

Reemplazando:

$$Rc = \frac{2.1 \times 0.55}{1.14 \times 10^{-6}} = 1 \times 10^6$$

$$e = \frac{0.00511}{0.55} = 0.0107$$

Con estos datos entramos al Diagrama de Moody y encontramos:

$$f = 0.038$$

Luego:

$$hf_3 = 0.038 \times \left(\frac{399}{0.55}\right)^2 \times \left(\frac{2.10^2}{2 \times 9.81}\right) = 6.00 \text{ m.}$$

$$hf_3 = 6.00 \text{ m.}$$

d) Pérdidas por Cambios de Dirección:

$$hf_4 = K \left(\frac{V^2}{2 \cdot g}\right) ; \quad K = \text{Sen}^2 \varnothing \dots\dots(\text{Bibl. 11})$$

Cambios de Dirección	\varnothing	$\text{Sen}^2 \varnothing$
B	16	0.076
C	23	0.153
D	10	0.030
E	05	0.008
F	08	0.019
G	12	0.043
H	25	0.179
I	17	0.085
J	19	0.106
K	32	0.281

		0.980 m.

$$hf_4 = 0.98 \times \left(\frac{2.10^2}{2 \times 9.81} \right) = 0.22 \text{ m.}$$

Existen otras pérdidas de menor incidencia que no lo tomamos en cuenta para el caso del proyecto.

f) **Pérdida de Carga Total (Hf):**

$$H_f = hf_1 + hf_2 + hf_3 + hf_4$$

$$H_f = 0.008 + 0.022 + 6.000 + 0.220$$

$$H_f = 6.25 \text{ m.}$$

g) **Altura Neta (Hn):**

$$H_n = 149.25 - 6.25 = 143.00 \text{ m.}$$

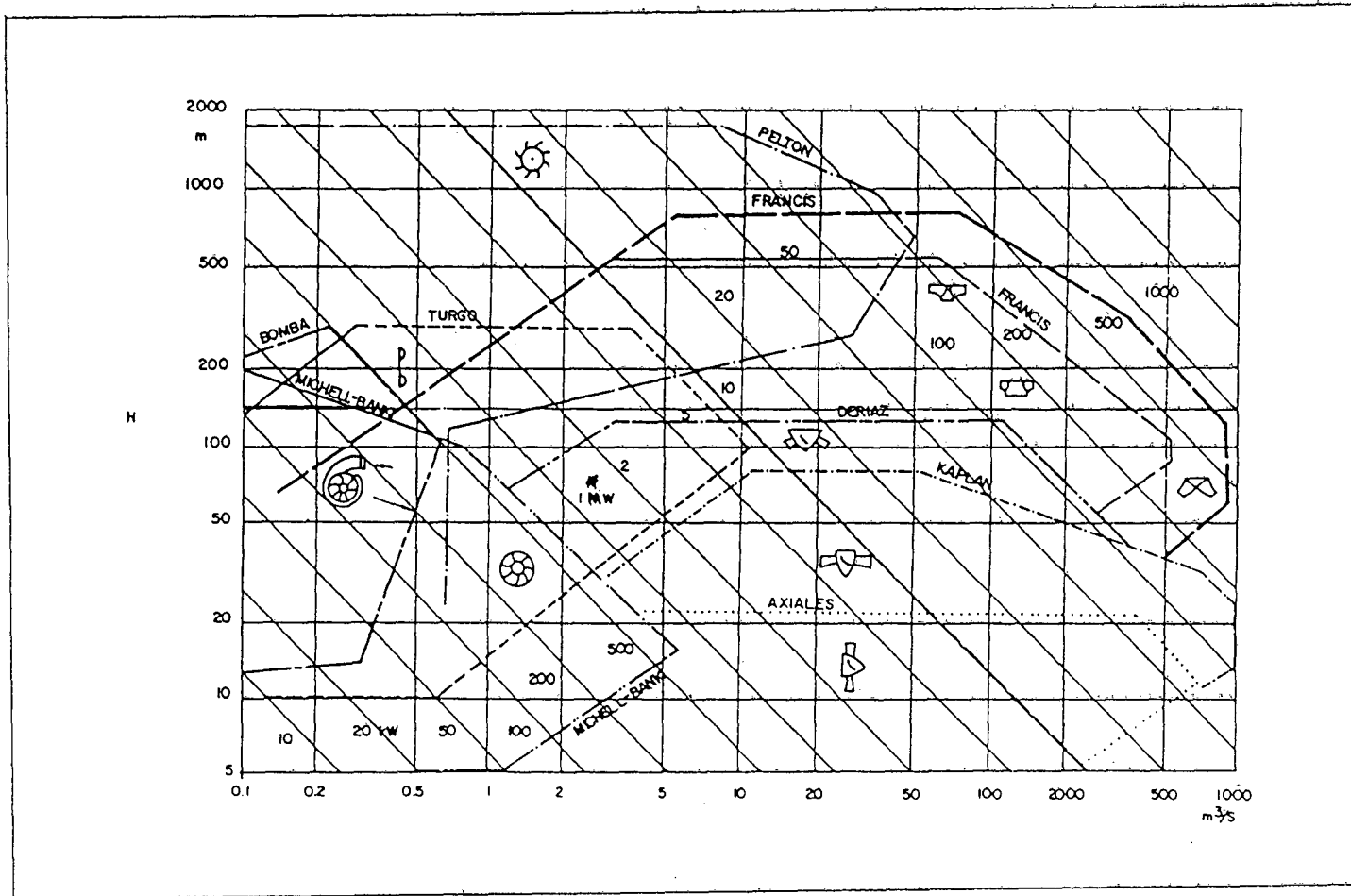
4.1.8.2. Selección del tipo de Turbina:

Para seleccionar el tipo de Turbina a utilizar en la microcentral hidroeléctrica, utilizaremos el Gráfico No. 16 (Bibl. No. 8)

Al gráfico entramos con los datos de Caudal de Diseño $Q_{\text{diseño}} = 0.50 \text{ m}^3/\text{seg}$ y Altura Neta $H_n = 143.00 \text{ m}$.

Al intersectar los datos de entrada nos ubicamos en la zona 4

GRAFICO Nº 16 : Diagrama de selección de turbinas Hidroeléctricas



y obtenemos:

Tipo FRANCIS : Con eje horizontal, 01 rueda y 01 descarga.

4.1.8.3 Dimensionamiento Preliminar de la Turbina FRANCIS:

En el Caso de las Turbinas Francis, el dimensionamiento es muy laborioso. Sin embargo podemos estimar las dimensiones generales de acuerdo al Gráfico No. 17. (Bibl. 13)

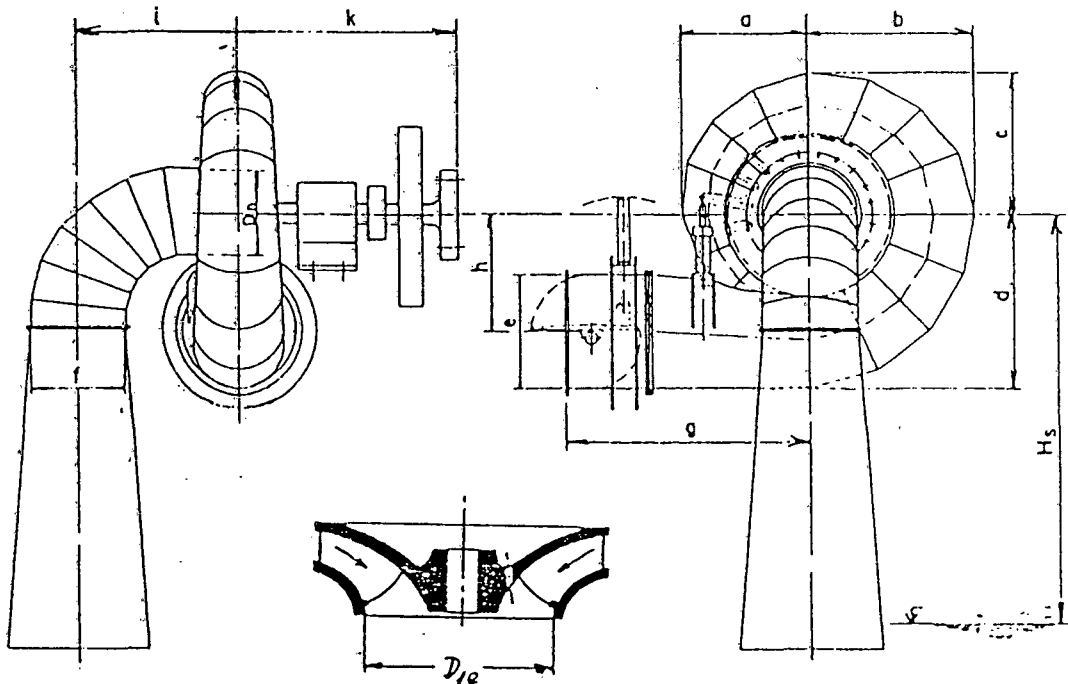
De donde obtenemos:

$$D1e = \frac{Q^{1/2}}{2.90} \quad \text{.....(Bibl. 13)}$$

Las Dimensiones restantes en mm. son:

a = 366 mm.	f = 256 mm.
b = 464 mm.	g = 708 mm.
c = 415 mm.	h = 342 mm.
d = 488 mm.	i = 488 mm.
e = 317 mm.	j = 927 mm.

GRAFICO Nº17: Dimensiones Básicas de una turbina FRANCIS



$$D_{1e} = \frac{\sqrt{Q}}{2.9} \text{ [m]}$$

Dimensiones básicas

a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
1,5	1,9	1,7	2,0	1,3	1,05	2,9	1,4	2,0	3,8

Nota: para obtener las dimensiones reales, multiplicar los valores de la tabla por el diámetro del rodete D_{1e} .

4.1.8.4 Diseño de la Turbina y Generador:

a) Turbina:

* Potencia de la Turbina (P): (Bibl. 8)

$$P = 9.80 \eta_t \cdot Q \cdot H_n \quad \eta_t = 0.84$$

$$P = 9.80 \times 0.84 \times 0.50 \times 143$$

$$P = 589.00 \text{ kw.}$$

* Velocidad Específica (Ns):

Se refiere a la velocidad de rotación para producir 1.00 C.V. de potencia con una altura de caída de 1.00 m.

De la Tabla No. 06 (Bibl. 8), entrando con: $H_n = 143.00 \text{ m.}$ y $P = 589.00 \text{ kw.}$ encontramos:

$$N_s = 75 \text{ m-Kw} \quad \text{y} \quad N = 1200 \text{ rpm.}$$

* Eficiencia de la Turbina (η_t):

De la Tabla No. 07 , entrando con $N_s=75 \text{ m-Kw.}$ y $P=589 \text{ kw,}$ encontramos:

$$\eta_t = 0.84$$

TABLA N° 06

CAIDA, CAPACIDAD, VELOCIDAD ESPECIFICA Y R.P.M. DE RUEDA
(TIPO FRANCIS)

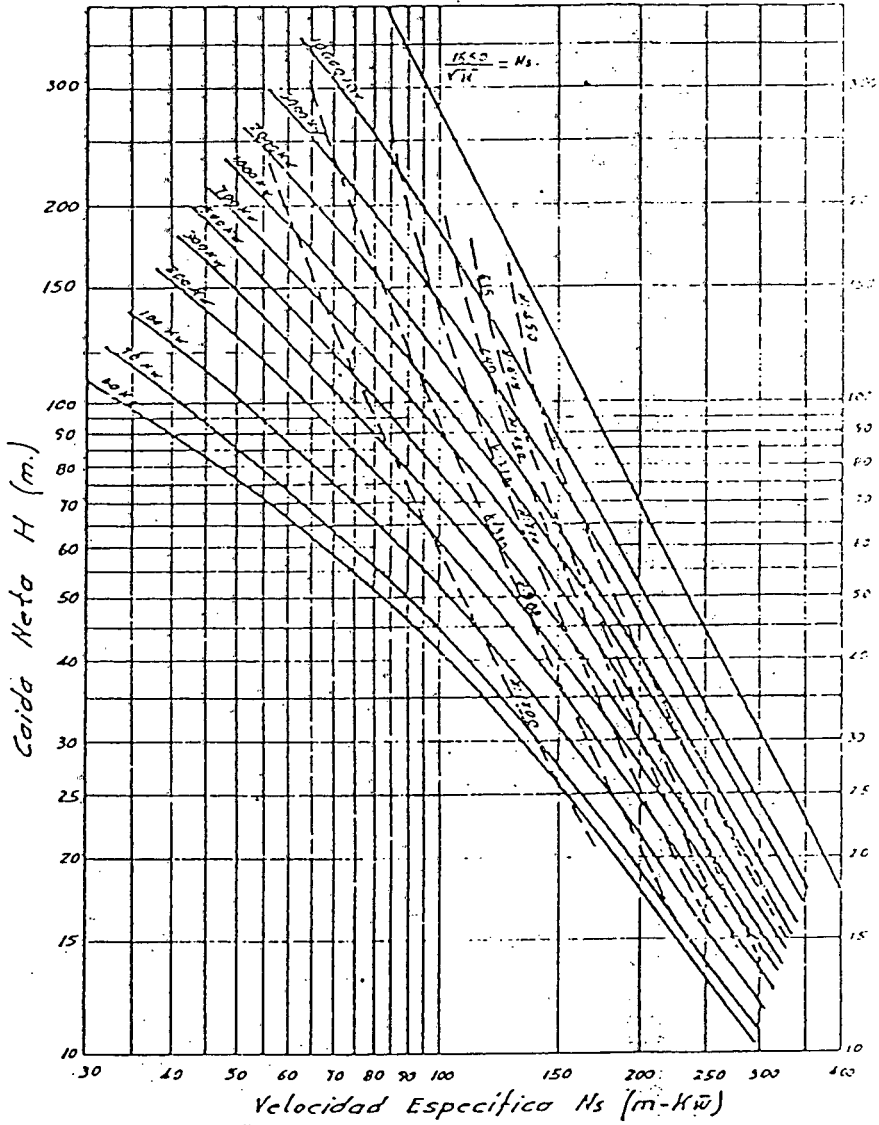


Tabla para calcular N_s (Velocidad Especifica) y N (R.P.M. de Rueda) en función de Caída y Capacidad.

Ejemplo:

Caída neta 100 m.
Capacidad 500 Kw

La tabla nos da: $N_s = 81 \text{ m-Kw}$ y $N = 1,200 \text{ R.P.M.}$

TABLA Nº 07

GRÁFICO DE LA EFICIENCIA DE GENERADORES DE INDUCCION
(a plena carga - 100%)

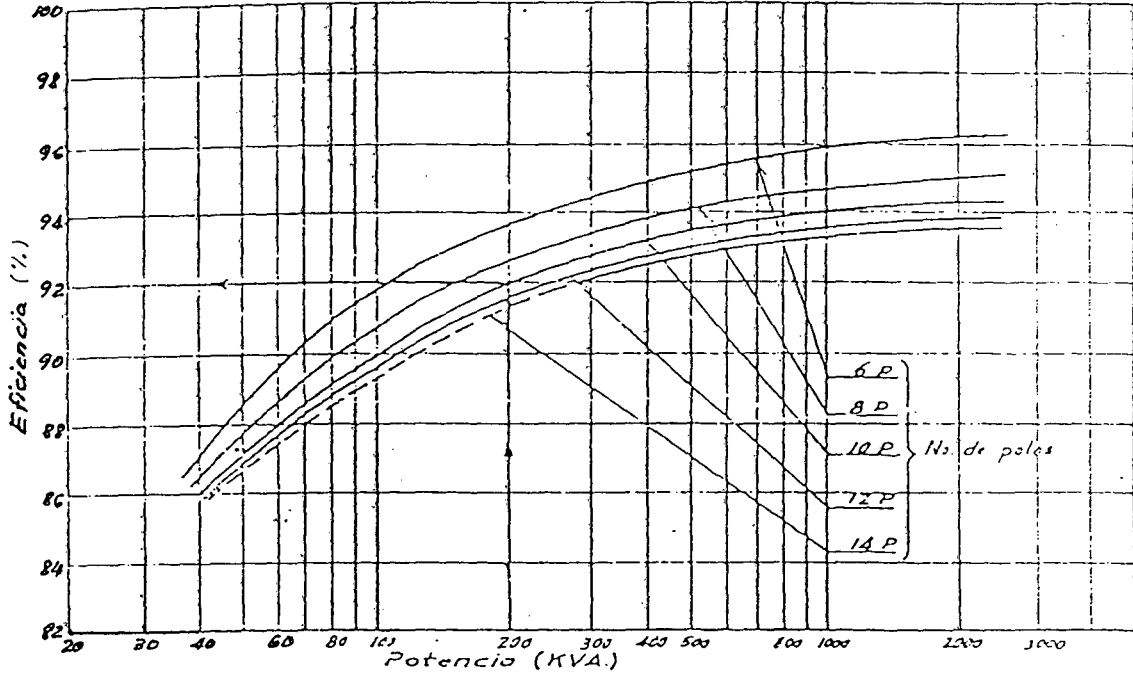
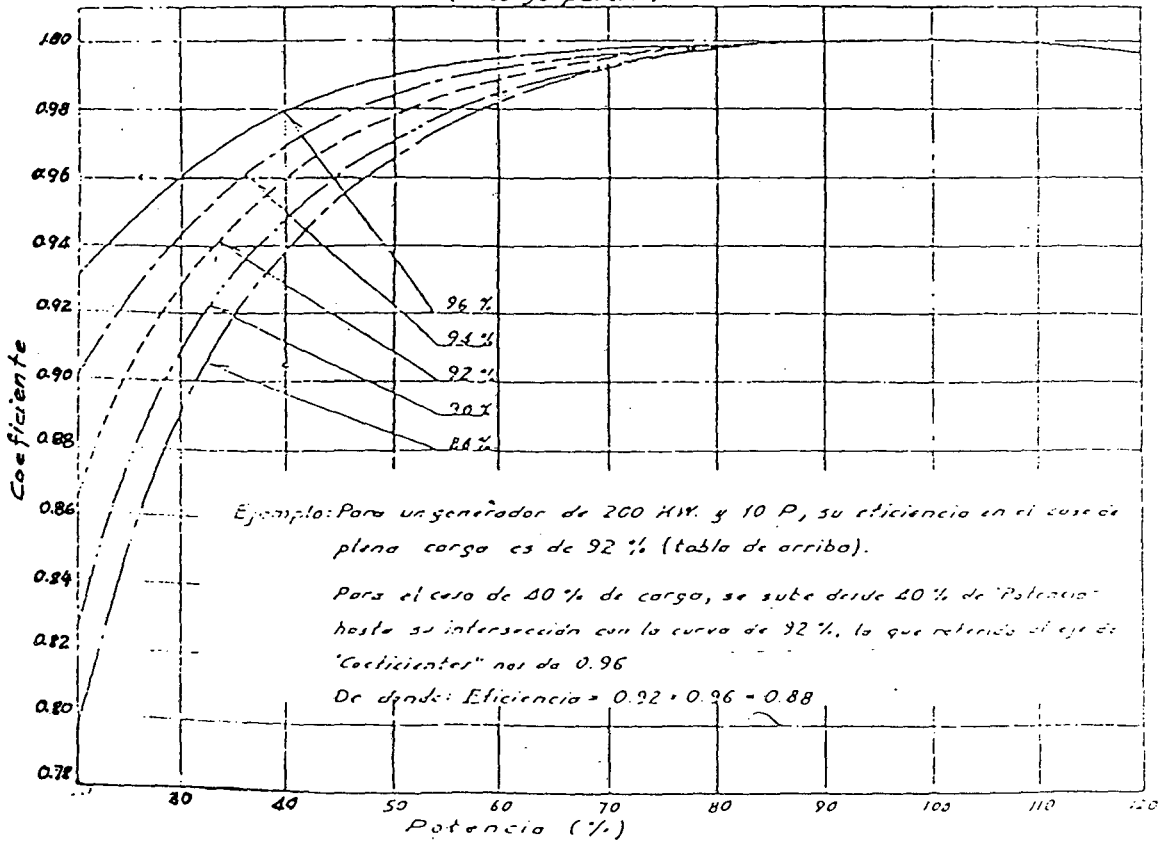


TABLA Nº 08 GRÁFICO DE LA EFICIENCIA DE GENERADORES DE INDUCCION
(a carga parcial)



b) **Generador:**

* **No. de Polos (Pn):**

$$Pn = 120 \left(\frac{f}{N} \right) \quad \text{.....(Bibl. 8)}$$

Donde:

f = Frecuencia de generación = 60 Hz

N = 1200 rpm.

Luego:

$$Pn = 120 \times \left(\frac{60}{1200} \right) = 6 \text{ polos}$$

* **Eficiencia del Generador (η_g):**

De la Tabla No. 08, entrando con P = 589 kw y Pn = 6

polos, encontramos:

$$\eta_g = 0.905$$

4.1.8.5 Potencia Real de la MCH. :

$$P = 9.80 \eta_t \cdot \eta_g \cdot Q \cdot H_n \quad \text{.....(Bibl. 8)}$$

$$P = 9.80 \times 0.84 \times 0.905 \times 0.50 \times 143$$

$$P = 533 \text{ kw.}$$

Si regulamos el Caudal Promedio $Q_{prom.} = 1.12 \text{ m}^3/\text{seg.}$,

obtendríamos la siguiente potencia:

$$P = 1,193 \text{ kw.}$$

CAPITULO V

INGENIERIA ECONOMICA

5.1 PRESUPUESTO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD

El presupuesto desarrollado en el presente Capítulo comprende las obras necesarias para la puesta en funcionamiento de la central. Tratándose de un Estudio de Prefactibilidad no se ha realizado el Análisis de Costos Unitarios, sino que tomamos en cuenta los análisis de costos elaborados para el estudio definitivo de la "Central Hidroeléctrica del Gera", los cuales fueron actualizados a la fecha.

Asimismo se considera 10 % de Gastos Generales, 8% de Utilidades y el 18% de Impuesto General a las Ventas.

Para las distintas obras a ejecutar, en las partidas de movimiento de tierras se ha considerado porcentajes de excavaciones en conglomerado y rocas de acuerdo a la observaciones de campo realizadas.

Se proyecta la construcción de un camino de acceso de aproximadamente 5 km. desde la localidad de Chazuta hasta la obra de captación.

Para el equipo electromecánico el precio unitario incluye suministro,

transporte, montaje, pruebas. seguros e impuestos.

El Presupuesto ha sido desagregado de la siguiente forma:

PRESUPUESTO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD No. 01:

OBRAS CIVILES

- I . Obras Preliminares.
- II . Obras de Captación.
- III . Obras de Conducción.
- IV . Desarenador.
- V . Cámara de Carga y Canal de Demasía.
- VI . Tubería Forzada.
- VII. Casa de Máquinas.

PRESUPUESTO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD No. 02

EQUIPO ELECTROMECHANICO Y LINEA DE TRANSMISION:

- I . Equipo Electromecánico.
- II . Línea de Transmisión.

Resumen: PRESUPUESTO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD

PROYECTO : ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE LA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA TUNUNTUNUMBA
UBICACION : Localidad: Tununtunumba Distrito: Chazuta Prov.: San Martín Región: San Martín
HECHO POR : Bach. Carlos E. Chung Rojas
FECHA : Setiembre 1997

PRESUPUESTO	PARTIDAS	COSTO S/.	COSTO US \$
PRESUPUESTO No. 01	OBRAS CIVILES	1,171,103.00	433,741.85
PRESUPUESTO No. 02	EQUIPO ELECTROMECANICO Y LINEA DE TRANSMISION	3,738,990.83	1,384,811.42
TOTAL		4,910,093.83	1,818,553.27
SON : UN MILLON OCHOCIENTOS DIECIOCHO MIL QUINIENTOS CINCUENTITRES 27/100 DOLARES AMERICANOS			

-273-

TIPO DE CAMBIO: US \$ 1.00 = S/2.70

**PRESUPUESTO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD No. 01
(OBRAS CIVILES)**

PROYECTO : ESTUDIO PREFACTIB. DE LA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA TUNUNTUNUMBA

UBICACION : Localidad: Tununtunumba Distrito: Chazuta Prov.: San Martin Región: San Martin

HECHO POR : Bach. Carlos E. Chung Rojas

FECHA : Setiembre 1997

Página: 01

PART. No.	DESCRIPCION	METRADO		COSTO		
		UND.	CANT.	UNIT.	PARCIAL	SUB TOTAL
I.)	OBRAS PRELIMINARES				S/.	110,000.00
1.00	Movilización y Desmovilización	est	1.00	15,000.00	15,000.00	
2.00	Construcción de Campamentos	est	1.00	15,000.00	15,000.00	
3.00	Camino de Acceso	km	5.00	14,000.00	70,000.00	
4.00	Trazo, Niveles y Replanteo de toda la obra	est	1.00	10,000.00	10,000.00	
II.)	OBRAS DE CAPTACION				S/.	141,741.60
1.00	Movimiento de Tierras					
1.01	Limpieza y desbroce del terreno	m2	500.00	0.50	250.00	
1.02	Desvío y nivelación del cauce del río.	est	1.00	2,400.00	2,400.00	
1.03	Excavaciones	m3	176.00	5.90	1,038.40	
1.04	Enrocados de Protección.	m3	70.00	35.00	2,450.00	
2.00	Concreto Armado					
2.01	Concreto f'c=175 kg/cm2	m3	495.00	225.00	110,925.00	
2.02	Encofrado de Muros	m2	780.00	25.80	19,228.00	
2.03	Encofrado de Losas y Pantallas	m2	10.00	25.80	258.00	
2.04	Acero de Refuerzo	kg	200.00	3.50	690.00	
3.00	Vanos					
3.01	Barandas Metálicas	ml	15.00	30.00	450.00	
3.02	Escalera de Gato	ml	20.00	20.00	400.00	
3.03	Juntas de Sello con Neopreno	ml	21.50	25.00	537.50	
3.04	Compuertas tipo ARMCO	unid	2.00	1,500.00	3,000.00	
3.05	Rejilla con fierro de 3/8"	unid	1.00	150.00	150.00	
III.)	OBRAS DE CONDUCCION				S/.	484,769.70
1.00	Movimiento de Tierras					
1.01	Limpieza y desbroce del terreno	m2	300.00	0.50	150.00	
1.02	Corte a Tajo Abierto en Conglomerado	m3	750.00	5.90	4,425.00	
1.03	Corte a Tajo Abierto en Roca	m3	727.00	9.20	6,688.40	
1.04	Rellenos	m3	20.00	13.00	260.00	
1.05	Canchales de Drenaje	ml	500.00	2.15	1,075.00	
1.06	Excavación de Túnel	m3	560.00	250.00	82,800.00	
2.00	Concreto Armado					
2.01	Concreto f'c=175 kg/cm2	m3	750.00	255.00	191,250.00	
2.02	Encofrado de Muros	m2	2,871.00	25.80	72,696.80	
2.03	Sostenimiento de Túnel	ml	195.00	595.00	116,025.00	
2.04	Acero de Refuerzo	kg	1,200.00	3.50	3,990.00	

PRESUPUESTO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD No. 01 (OBRAS CIVILES)

PROYECTO : ESTUDIO PREFACTIB. DE LA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA TUNUNTUNUMBA

UBICACION : Localidad: Tununtunumba Distrito: Chazuta Prov.: San Martin Región: San Martin

HECHO POR : Bach. Carlos E. Chung Rojas

FECHA : Setiembre 1997

Página: 02

PART. No.	DESCRIPCION	METRADO		COSTO		
		UND.	CANT.	UNIT.	PARCIAL	SUB TOTAL
3.00	Vanos					
3.01	Juntas con Sello de Neopreno	ml	220.00	25.00	5,500.00	
IV.)	DESARENADOR				S/.	10,823.35
1.00	Movimiento de Tierras					
1.01	Limpieza y desbroce del terreno	m2	400.00	0.50	200.00	
1.02	Corte a Tajo Abierto en Conglomerado	m3	30.00	5.90	177.00	
1.03	Cunetas de Drenaje	ml	15.00	2.15	32.25	
2.00	Concreto Armado					
2.01	Concreto f'c=175 kg/cm2	m3	20.00	255.00	5,100.00	
2.02	Encofrado de Muros	m2	47.00	25.30	1,189.10	
2.03	Acero de Refuerzo	kg	750.00	3.30	2,475.00	
3.00	Vanos					
3.01	Compuerta tipo ARMCO	unid	1.00	1,500.00	1,500.00	
3.02	Juntas con sello de neopreno	ml	6.00	25.00	150.00	
V.)	CAMARA DE CARGA Y CANAL DE DEMASIA				S/.	13,875.55
1.00	Movimiento de Tierras					
1.01	Limpieza y desbroce del terreno	m2	400.00	0.50	200.00	
1.02	Corte a Tajo Abierto en Roca	m3	35.00	9.20	322.00	
1.03	Cunetas de Drenaje	ml	15.00	2.15	32.25	
2.00	Concreto Armado					
2.01	Concreto f'c=175 kg/cm2	m3	22.00	255.00	5,610.00	
2.02	Encofrado de Muros	m2	61.00	25.30	1,548.30	
2.03	Acero de Refuerzo	kg	880.00	3.30	2,898.00	
3.00	Vanos					
3.01	Compuerta tipo ARMCO	unid	2.00	1,500.00	3,000.00	
3.02	Barandas Metálicas	ml	3.00	80.00	240.00	
3.03	Escalera de Gato	ml	2.00	20.00	40.00	
3.04	Juntas de Sello con Neopreno	ml	6.00	25.00	150.00	

PRESUPUESTO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD No. 01 (OBRAS CIVILES)

PROYECTO : ESTUDIO PREFACTIB. DE LA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA TUNUNTUNUMBA

UBICACION : Localidad: Tununtunumba Distrito: Chazuta Prov.: San Martin Región: San Martin

HECHO POR : Bach. Carlos E. Chung Rojas

FECHA : Setiembre 1987

Página: 03

PART. No.	DESCRIPCION	METRADO			COSTO	
		UND.	CANT.	UNIT.	PARCIAL	SUB TOTAL
VI.)	TUBERIA FORZADA				S/.	34,888.20
1.00	Movimiento de Tierras					
1.01	Limpieza y desbroce del terreno	m2	400.00	0.50	200.00	
1.02	Corte a Tajo Abierto en Conglomerado	m3	540.00	5.80	2,006.00	
1.03	Corte a Tajo Abierto en Roca	m3	150.00	9.20	1,380.00	
1.04	Rellenos	m3	64.00	13.00	832.00	
2.00	Concreto Armado					
2.01	Concreto f'c=175 kg/cm2	m3	88.28	255.00	22,061.40	
2.02	Encofrado de Anclajes y Apoyos	m2	198.00	25.80	4,958.80	
3.00	Varios					
3.01	Juntas de Dilatación	unidad	10.00	25.00	250.00	
VII.)	CASA DE MAQUINAS				S/.	45,068.24
1.00	Movimiento de Tierras					
1.01	Limpieza y desbroce del terreno	m2	200.00	0.50	100.00	
1.02	Excavaciones	m3	52.00	5.80	188.80	
1.03	Relleno con Material Propio	m3	5.00	18.00	65.00	
1.04	Nivelación interior y compactado	m2	88.00	5.80	568.40	
2.00	Obras de Concreto Simple					
2.01	Solado e=10cm. C+H 1:12	m2	8.00	9.45	75.80	
2.02	Cimiento Corrido C+H 1:10 + 30% P.G.	m3	17.60	125.15	2,202.84	
2.03	Sobrecimiento C+H 1:8 + 25% P.M.	m3	2.20	181.00	354.20	
2.04	Falso Piso C+H 1:8 e = 20 cm.	m2	120.00	35.00	4,200.00	
2.05	Encofrado y desencofrado de Sobrecimiento	m2	80.00	15.50	465.00	
3.00	Obras de Concreto Armado					
3.01	Zapatas					
	a) Concreto f'c=175 kg/cm2	m3	4.00	255.00	1,020.00	
	b) Encofrado y desencofrado	m2	0.00	25.80	0.00	
	c) Acero fy = 4200 kg/cm2	kg	88.00	3.80	328.40	
3.02	Columnas					
	a) Concreto f'c=175 kg/cm2	m3	1.50	255.00	382.50	
	b) Encofrado y desencofrado	m2	24.00	25.80	607.20	
	c) Acero fy = 4200 kg/cm2	kg	270.00	3.80	891.00	

PRESUPUESTO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD No. 01 (OBRAS CIVILES)

PROYECTO : ESTUDIO PREFACTIB. DE LA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA TUNUNTUNUMBA

UBICACION : Localidad: Tununtunumba Distrito: Chazuta Prov.: San Martin Región: San Martin

HECHO POR : Baoh. Carlos E. Chung Rojas

FECHA : Setiembre 1987

Página: 04

PART. No.	DESCRIPCION	METRADO		COSTO		
		UND.	CANT.	UNIT.	PARCIAL	SUB TOTAL
3.03	Vigas					
	a) Concreto f'c=175 kg/cm2	m3	1.88	255.00	474.80	
	b) Encofrado y desencofrado	m2	28.00	25.30	708.40	
	c) Acero fy = 4200 kg/cm2	kg	850.00	5.50	1,155.00	
3.04	Cobertura					
	a) Cobertura de Galamina de Zinc 11 canales	m2	144.00	17.85	2,584.80	
	b) Tijerales de madera tornillo	p2	850.00	2.80	2,660.00	
	c) Correas de madera tornillo	p2	405.00	2.20	891.00	
3.05	Cieloraso					
	a) Cielo raso de triplay lupuna 4mm.	m2	144.00	18.00	2,592.00	
3.06	Muros					
	a) Muro de bloquetas de cemento	m2	120.00	15.80	1,896.00	
3.07	Revoques y enlucidos					
	a) Tarrajeo de muros interiores y exteriores	m2	240.00	9.70	2,328.00	
	b) Tarrajeo de Columnas	m2	24.00	15.50	372.00	
	c) Tarrajeo de Vigas	m2	28.00	15.50	434.00	
	d) Vestidura de Derrames	ml	80.00	4.50	360.00	
3.08	Pisos					
	a) Piso de cemento pulido coloreado y bruñado	m2	144.00	17.50	2,520.00	
3.09	Contrazócalo					
	a) Contrazócalo de cemento h=20 cm.	ml	68.00	4.40	299.20	
3.1	Carpintería de Madera					
	a) Puerta de madera Machimbrada	m2	8.00	160.00	1,280.00	
3.11	Carpintería Metálica					
	a) Ventanas de Hierro con Malta de 1" x 1"	m2	27.00	90.00	2,430.00	
3.12	Cerrajería					
	a) Bisagras aluminizadas de 3"	par	12.00	10.00	120.00	
	b) Cerradura Forte de 8 golpes	unid	3.00	55.00	165.00	
3.13	Pintura					
	a) Al Temple en Cieloraso	m2	90.00	2.50	225.00	
	b) Al Latex en Muros	m2	282.00	4.00	1,168.00	
	c) Esmalte en contrazócalos y carpintería metáli	m2	15.00	2.70	40.50	

**PRESUPUESTO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD No. 01
(OBRAS CIVILES)**

PROYECTO : ESTUDIO PREFACTIB. DE LA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA TUNUNTUNUMBA

UBICACION : Localidad: Tununtunumba Distrito: Chazuta Prov.: San Martin Región: San Martin

HECHO POR : Baoh. Carlos E. Chung Rojas

FECHA : Setiembre 1987

Página: 05

PART. No.	DESCRIPCION	METRADO		COSTO		
		UND.	CANT.	UNIT.	PARCIAL	SUB TOTAL
	d) Barniz en carpintería de madera	m2	8.00	7.00	56.00	
3.14	Instalaciones Eléctricas	est	1.00	8,000.00	8,000.00	
3.14	Instalaciones Sanitarias	est	1.00	2,000.00	2,000.00	
3.15	Aparatos Sanitarios y accesorios					
	a) Inodoro Tanque bajo	unid	1.00	250.00	250.00	
	b) Lavatorio	unid	1.00	120.00	120.00	
	c) Ducha	unid	1.00	25.00	25.00	
	d) Papelera	unid	1.00	15.00	15.00	
	e) Jabonera	unid	1.00	15.00	15.00	
3.18	Canal de Fuga					
	a) Excavaciones	m3	10.00	5.80	58.00	
	b) Concreto f'c=175 kg/cm2	m3	8.70	255.00	2,218.50	
	c) Encofrado	m2	48.00	25.80	1,169.80	
	TOTAL COSTO DIRECTO				8/.	841,087.84
	GASTOS GENERALES Y UTILIDAD (18%)				8/.	151,392.23
	I.G.V.				8/.	178,642.83
	TOTAL				8/.	1,171,103.00
SON: UN MILLON CIENTO SETENTA Y UN MIL CIENTO TRES Y 00/100 NUEVOS SOLES						

PRESUPUESTO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD No. 02

(EQUIPO ELECTROMECHANICO Y LINEA DE TRANSMISION)

PROYECTO : ESTUDIO PREFACTIB. DE LA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA TUNUNTUNUMBA

UBICACION : Localidad: Tununtunumba Distrito: Chazuta Prov.: San Martin Región: San Martin

HECHO POR : Baoh. Carlos E. Chung Rojas

FECHA : Setiembre 1987

Página: 01

PART. No.	DESCRIPCION	METRADO		COSTO		
		UND.	CANT.	UNIT.	PARCIAL	SUB TOTAL
I.)	EQUIPO ELECTROMECHANICO				S/.	1,437,285.00
1.00	Rejilla de Captación	unid	1.00	5,000.00	5,000.00	
2.00	Reja ruesa	unid	2.00	8,000.00	16,000.00	
3.00	Tubería Forzada	ton	40.81	13,500.00	552,285.00	
4.00	Válvula Esférica	unid	1.00	1,000.00	1,000.00	
5.00	Tubo de Hierro Galvanizado	ml	20.00	60.00	1,200.00	
6.00	Instalación Turbina Francis	est.	1.00	1,800.00	1,800.00	
7.00	Turbina 244 mm. de diámetro	unid	1.00	\$15,000.00	\$10,000.00	
8.00	Generadores	unid	1.00	\$00,000.00	\$00,000.00	
9.00	Transformadores	unid	1.00	150,000.00	150,000.00	
10.00	Equipos de Maniobra	est.	1.00	60,000.00	60,000.00	
11.00	Varios	est.	1.00	40,000.00	40,000.00	
II.)	LINEA DE TRANSMISION				S/.	1,248,000.00
1.00	Línea de Transmisión	km	28.00	48,000.00	1,248,000.00	
	TOTAL COSTO DIRECTO				S/.	2,885,285.00
	GASTOS GENERALES Y UTILIDAD (18%)				S/.	483,351.20
	I.G.V.				S/.	570,354.53
	TOTAL				S/.	3,738,990.83
SON: TRES MILLONES SETECIENTOS TREINTO OCHO MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y 83/100 NUEVOS SOLES						

CAPITULO VI

EVALUACION ECONOMICA

6.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Siempre que se piense invertir en una fuente de energía puede haber una o más alternativas técnicamente factibles. Es el Análisis Económico de diferentes opciones el que determina cuál es la alternativa de menos costo o bien la más satisfactoria. (Bibl. 13)

Cualquier inversión es un riesgo porque se basa en estimaciones o conjeturas acerca del futuro. No importa cuán bueno sea un análisis; uno nunca podrá predecir el futuro. Por tal razón es importante ser realista con respecto a la información empleada en el análisis. (Bibl. 13)

Para el caso del presente proyecto tratándose de un Estudio de Prefactibilidad sólo tomaremos los parámetros e indicadores económicos más importantes a partir de un Presupuesto de Inversión a nivel de prefactibilidad elaborados con mucha confiabilidad y un margen de seguridad convenientes. (Bibl. 13)

Dado que la presente obra es de interés social, es necesario de acuerdo a la metodología del Banco Mundial, incluir los denominados precios

"Sombra" para de alguna manera cuantificar los beneficios sociales del proyecto. (Bibl. 14)

Para este proyecto se considerará: (Bibl. 14)

- a) El Costo de Oportunidad, será considerado como el 10% anual en dólares (Normalmente el interés en ahorros de un banco comercial es del 12% anual) por el beneficio de la realización de una inversión y de la satisfacción de contar con energía eléctrica.

- b) Además se tendrá en cuenta el siguiente cronograma de implementación y de desembolsos del proyecto:
 - La elaboración del Estudio Definitivo tendrá una duración de 01 año y su costo será del 5% del monto total de las obras civiles.
 - El tiempo de ejecución será de 03 años.
 - Los costos de reparación y mantenimiento será todo el tiempo de su vida útil a partir del 5to. año, esto se ha determinado como:
 - 1.- Para Obras Civiles: 0.5% del Costo de inversión de las obras civiles.
 - 2.- Para el Equipo Electromecánico: 1.0% del Costo de inversión del equipo electromecánico.
 - Los Costos de Inversión serán distribuidos (Para efectos de la evaluación económica) de la siguiente manera:

- 1.- Primer Año (1998)
100% de los Estudios Definitivos (0.5% del costo de las obras civiles).
- 2.- Segundo Año (1999)
30 % de las Obras Civiles.
20 % del equipo electromecánico.
- 3.- Tercer Año (2000)
30 % de las Obras Civiles.
30 % del equipo electromecánico.
- 4.- Cuarto Año (2001)
40 % de las Obras Civiles.
50 % del equipo electromecánico.
- 5.- Del Quinto Año (2002) al Trigésimo Año (2027)
Reparación y Mantenimiento.

6.2 EVALUACION DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO:(Bib.14)

6.2.1 COSTOS DEL PROYECTO:

COSTOS DE INVERSION: (US \$) 1'818,553.27

1.- Obras Civiles (Incl. GG. UU. y IGV.)14 433,741.85

2.- Equipo Electromecánico y Línea de Transmisión 1'384,811.42

(Incluye Gastos Generales, Utilidad y IGV.)

COSTOS POR REPARACION Y MANTENIMIENTO: (US \$) 16,016.82

1.- Obras Civiles (0.5% del costo de Obras Civiles) 2,168.71

2.- Equipo Electromecánico (1.0% del costo del 13,848.11

Equipo Electromecánico)

CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS:

1.- Primer Año (1998) 21,687.09

- 100% de los estudios definitivos (5% Obras Civiles) 21,687.09

2.- Segundo Año (1999) 407,084.84

- 30% de las Obras Civiles 130,122.56

- 20% del Equipo Electromecánico) 276,962.28

3.- Tercer Año (2000) 545,565.99

- 30% de las Obras Civiles 130,122.56

- 30% del Equipo Electromecánico) 415,443.43

4.- Cuarto Año (2001) 865,902.45

- 40% de las Obras Civiles 173,496.74

- 50% del Equipo Electromecánico)- 692,405.71

5.- Del Quinto Año (2002) al Trigésimo Año (2027) 16,016.82

- Reparación y Mantenimiento 16,016.82

CUADRO No. 31
FLUJO DE COSTOS DEL PROYECTO

AÑO	COSTOS DEL PROYECTO (U S \$)
1	21,687.09
2	407,084.84
3	545,565.99
4	865,902.45
5 AL 30	16,016.82
TOTAL	2,256,677.69

6.2.2 BENEFICIOS DEL PROYECTO

Los Beneficios del Proyecto resultan de la Venta de Energía. El Consumo de Energía está determinado en el estudio de demanda y el valor de venta de la energía eléctrica en la ciudad de Tarapoto es de US \$ 0.20 kwh., para efectos del proyecto tratándose de una zona en estudio de una economía precaria consideraremos US \$ 0.17 kwh.

En el Cuadro No. 25, se presenta el Flujo de Costos y en el Cuadro No. 26 los Flujos de Beneficios y Costos del Proyecto.

6.2.3 INDICADORES ECONOMICOS:

a.- VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Es el AHORA de una suma de dinero que subirá en el futuro.

El dinero de ahora vale más que el dinero del futuro, ya que puede ser invertido ahora para producir en el futuro una mayor cantidad de dinero. (Bibl. 13)

Se Calcula mediante la siguiente expresión

$$VAN = \frac{[(BI - CI) (1 + I)^n - 1]}{I (1 + I)^n} \quad \dots(\text{Bibl.14})$$

FLUJO DE BENEFICIOS Y COSTOS DEL PROYECTO

AÑO	CONSUMO DE ENERGIA (kwh)	BENEFICIOS (0.17 US \$ /kwh)	COSTOS (US \$)	FLUJO NETO ECONOMICO (US \$)	AÑO	$(1+i)^n$	$i(1+i)^n$	(BI - CI)	VAN	BENEFICIO $(BI(1+i)^n - (1+i)^n)$	COSTO $(CI(1+i)^n - (1+i)^n)$
1998	126,473.00		21,687.09	(21,687.09)	1	1.10	0.11	(21,687.09)	(216,879.99)	(9.09)	216,861.81
1999	133,010.00		407,084.84	(407,084.84)	2	1.21	0.12	(407,084.84)	(4,070,856.66)	(8.26)	4,070,840.14
2000	139,885.00		545,565.99	(545,565.99)	3	1.33	0.13	(545,565.99)	(5,455,667.41)	(7.51)	5,455,652.39
2001	204,015.00		865,902.45	(865,902.45)	4	1.46	0.15	(865,902.45)	(8,659,031.33)	(6.83)	8,659,017.67
2002	229,812.00	39,068.04	16,016.82	23,051.22	5	1.61	0.16	23,051.22	230,505.99	390,674.19	160,161.99
2003	247,090.00	42,005.30	16,016.82	25,988.48	6	1.77	0.18	25,988.48	259,879.16	420,047.36	160,162.56
2004	299,442.00	50,905.14	16,016.82	34,888.32	7	1.95	0.19	34,888.32	348,878.07	509,046.27	160,163.07
2005	316,183.00	53,751.11	16,016.82	37,734.29	8	2.14	0.21	37,734.29	377,338.23	537,506.43	160,163.53
2006	376,852.00	64,064.84	16,016.82	48,048.02	9	2.36	0.24	48,048.02	480,475.96	640,644.16	160,163.96
2007	395,370.00	67,212.90	16,016.82	51,196.08	10	2.59	0.26	51,196.08	511,956.94	672,125.14	160,164.34
2008	458,235.00	77,899.95	16,016.82	61,883.13	11	2.85	0.29	61,883.13	618,827.80	778,996.00	160,164.70
2009	478,666.00	81,373.22	16,016.82	65,356.40	12	3.14	0.31	65,356.40	653,560.81	813,729.01	160,165.01
2010	557,485.00	94,772.45	16,016.82	78,755.63	13	3.45	0.35	78,755.63	787,553.40	947,721.60	160,165.30
2011	574,331.00	97,636.27	16,016.82	81,619.45	14	3.80	0.38	81,619.45	816,191.87	976,360.07	160,165.57
2012	647,374.00	110,053.58	16,016.82	94,036.76	15	4.18	0.42	94,036.76	940,365.21	1,100,533.41	160,165.81
2013	652,177.00	110,870.09	16,016.82	94,853.27	16	4.59	0.46	94,853.27	948,530.52	1,108,698.72	160,166.02
2014	733,189.00	124,642.13	16,016.82	108,625.31	17	5.05	0.51	108,625.31	1,086,251.12	1,246,419.32	160,166.22
2015	735,848.00	125,094.16	16,016.82	109,077.34	18	5.56	0.56	109,077.34	1,090,771.60	1,250,939.80	160,166.40
2016	827,236.00	140,630.12	16,016.82	124,613.30	19	6.12	0.61	124,613.30	1,246,131.36	1,406,299.56	160,166.56
2017	830,001.00	141,100.17	16,016.82	125,083.35	20	6.73	0.67	125,083.35	1,250,832.01	1,411,000.21	160,166.71
2018	933,063.00	158,620.71	16,016.82	142,603.89	21	7.40	0.74	142,603.89	1,426,037.55	1,586,205.75	160,166.85
2019	935,926.00	159,107.42	16,016.82	143,090.60	22	8.14	0.81	143,090.60	1,430,904.77	1,591,072.97	160,166.97
2020	1,052,119.00	178,860.23	16,016.82	162,843.41	23	8.95	0.90	162,843.41	1,628,432.98	1,788,601.18	160,167.08
2021	1,117,109.00	189,908.53	16,016.82	173,891.71	24	9.85	0.98	173,891.71	1,738,916.08	1,899,084.28	160,167.18
2022	1,186,029.00	201,624.93	16,016.82	185,608.11	25	10.83	1.08	185,608.11	1,856,080.18	2,016,248.38	160,167.28
2023	1,259,114.00	214,049.38	16,016.82	198,032.56	26	11.92	1.19	198,032.56	1,980,324.76	2,140,492.96	160,167.36
2024	1,336,611.00	227,223.87	16,016.82	211,207.05	27	13.11	1.31	211,207.05	2,112,069.74	2,272,237.94	160,167.44
2025	1,418,783.00	241,193.11	16,016.82	225,176.29	28	14.42	1.44	225,176.29	2,251,762.21	2,411,930.41	160,167.51
2026	1,496,842.00	254,463.14	16,016.82	238,446.32	29	15.86	1.59	238,446.32	2,384,462.57	2,544,630.77	160,167.57
2027	1,584,909.00	269,434.53	16,016.82	253,417.71	30	17.45	1.74	253,417.71	2,534,176.53	2,694,344.73	160,167.63
TOTAL	US \$	3,515,565.32	2,256,677.69	1,258,887.63				1,258,887.63	12,588,782.03	35,155,558.93	22,566,682.63

donde: n = Número de Años
 B = Beneficio en el año i
 C = Costo en el año i
 I = Tasa de Interés

si $VAN > 0$ El Proyecto es Rentable
 $VAN < 0$ El Proyecto no es Rentable

Para el Proyecto tenemos:

$VAN = 12'588,782.03 > 0$ Proyecto es Rentable

b.- **TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)**

Es la Tasa de Interés en donde $VAN = 0$. En otras palabras, es la tasa de interés en la que el flujo de caja futuro descontado es igual al capital inicial invertido. Otra manera de definir la TIR es la "Capacidad de Ganancia" del dinero invertido en el proyecto. (Bibl. 13)

Se Calcula mediante la siguiente expresión

$$\text{TIR: } 0.0 = \frac{[(B_i - C_i) (1 + \text{TIR})^n - 1]}{\text{TIR} (1 + \text{TIR})^n} \quad \dots\dots(\text{Bibl. 14})$$

Si $\text{TIR} > I$ Proyecto Rentable
 $\text{TIR} < I$ Proyecto No Rentable
 $\text{TIR} = I$ Proyecto indiferente

Para el proyecto tenemos:

$$TIR = 10.75 > i = 10\% \quad \text{Proyecto Rentable}$$

6.2.4 RELACION BENEFICIO / COSTO (B/C):

Resulta de dividir el Beneficio entre el Costo.

Si $B / C > 1$ Proyecto Rentable

$B / C < 1$ Proyecto No Rentable

Se Calcula mediante la siguiente expresión

$$B / C = \frac{[(BI) (1 + I)^n - 1] / I(1 + 1)^n}{[(BI) (1 + I)^n - 1] / I(1 + 1)^n} \quad \text{.....(Bibl. 14)}$$

Si $B / C > 1$ Proyecto Rentable

$B / C < 1$ Proyecto No Rentable

Para el proyecto tenemos:

$$B = 35'155,558.93$$

$$C = 22'566,682.63$$

$$B / C = 1.56 > 1 \quad \text{Proyecto Rentable}$$

6.2.5 COMPARACION ECONOMICA ENTRE UNA CENTRAL HIDRAULICA Y UNA CETRAL TERMICA (DIESEL)

Haciendo uso de la Tabla No. 09 (Bibl. 8), se comparará el Valor Económico de la Microcentral Hidroeléctrica de Tununtunumba de 533 kw., cuyo Costo Total de construcción es de US \$ 1'818,553.27, para una demanda eléctrica de 4200 h/año, es decir, para el funcionamiento de la central de todo el día; con el de una Central Térmica Diesel de la misma potencia (No incluye el costo de construcción de las redes de distribución).

Costo de Construcción por Kw. de la Central Hidráulica:

$$\frac{\text{US \$ 1'818,553.27}}{533 \text{ kw.}} = \text{US \$3,413.00 / Kw.}$$

Costo Capitalizado de la Central Diesel:(Ver Tabla No. 09)

Para una Capacidad de Potencia de 500 kw. y Costo de Combustible US \$ 0.4/litro, ubicamos que el Costo Capitalizado de los Costos de Construcción de una Central Térmica Diesel es de US \$ 6,510.00 / kw.

Entonces, la Alternativa de la Microcentral Hidroeléctrica sería la más conveniente.

Por otro lado, aún cuando el Costo de una Central Hidráulica fuese ligeramente mayor que el de una Central Térmica Diesel, la primera

alternativa pudiera ser aún aceptable.

Las Centrales Térmicas Diesel normalmente necesitan revisiones y reparaciones varias veces al año, mientras dichos cargos operativos son muy pequeños para las Centrales Hidráulicas.

TABLA No. 09

**COSTO CAPITALIZADO DE LOS COSTOS DE CONSTRUCCION
DE UNA CENTRAL DIESEL**

Funcionamiento de la Central para Demanda durante todo el día (4200 h/año)

CAPACIDAD (POTENCIA)	COSTO DE COMBUSTIBLE POR LITRO		
	US \$ 0.2/litro	US \$ 0.3/litro	US \$ 0.4/litro
60 kw	US \$ 5,886	US \$ 7,710	US \$ 9,522
125 kw	US \$ 4,455	US \$ 6,020	US \$ 7,573
250 kw	US \$ 3,981	US \$ 5,491	US \$ 6,998
500 kw	US \$ 3,707	US \$ 5,114	US \$ 6,510
1000 kw	US \$ 3,605	US \$ 4,956	US \$ 6,307

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES:

a) La construcción de una microcentral implica frente a otras alternativas un menor efecto negativo sobre la ecología. Por ejemplo, la sustitución progresiva de la leña por pequeña cocinas eléctricas significará también la disminución de la tala indiscriminada de árboles para ese fin y el decremento de la deforestación.

b) El conjunto de implicancias positivas de la energía en la zona de Chazuta va a constituir un factor importante para la consolidación de los asentos humanos del distrito y la migración hacia las ciudades será una posibilidad cada vez más lejana, dadas las condiciones, para su desarrollo familiar..

c) La formación de talleres y plantas agroindustriales de transformación primaria de productos de la zona generarán valor agregado y puestos de trabajo en la población local.

d) Realizado el estudio hidrológico concluimos que contamos con un caudal al 90% de persistencia, suficiente aún en épocas de estiaje, de

conseguir el propósito de abastecer con energía eléctrica a 9 centros poblados del distrito de Chazuta.

e) En vista de no existir datos de aforo de la quebrada de Tununtunumba, se ha recurrido a métodos estocásticos y probalísticos, en base a datos de precipitaciones, para generar caudales de diseño en épocas de estiaje y avenidas.

f) Los datos de precipitación obtenidos en SENAMHI - SAN MARTIN, son confiables, tal como podemos verificar en los Análisis de Consistencia mostrados en los gráficos No. 02, 03 y 04.

g) Debido a las características de los ríos de la selva, se ha optado por considerar un barrage tipo Mixto, es decir un barrage fijo de concreto y una compuerta de limpia y desrripiador.

h) Se ha determinado que las obras de conducción fueran canales rectangulares en los tramos del 0+000 al 0+950 y del 1+142 al 1+182, por las características propias del suelo y por consiguiente será revestido con concreto para evitar erosiones, filtraciones y pérdidas por fricción.

i) Asimismo, en el tramo del 0+950 al 1+142, la pendiente transversal del terreno es muy fuerte y la longitud del canal aumenta considerablemente si

pretendiéramos seguir la falda del cerro, es por esta razón, que construir un túnel TIPO BAUL representa una solución más económica y más estable que un canal abierto.

j) Aprovechando la topografía de la zona en estudio una Caída Neta de 143 m. de altura y el Caudal de la quebrada Tununtunumba de 0.50 m³/seg., conseguimos que la Potencia de la Microcentral Hidroeléctrica de Tununtunumba sea de 0.533 Mw.

k) Si regularíamos el caudal hasta obtener un Caudal Promedio de 1.12 m³/seg, entonces la Potencia de la microcentral acrecentaría a 1,193 kw.

l) Por tratarse de un estudio de prefactibilidad el presupuesto es referencial, pero sin embargo, se ha trabajado con cierta holgura en los metrados respectivos y, para la estimación de los precios unitarios se ha tomado en cuenta los costos de la microcentral hidroeléctrica del Gera en la ciudad de Moyobamba, actualizados al mes de Noviembre de 1977.

m) El costo por Kilovatio instalado es de US \$ 3,412/Kw. , valor considerado dentro de los parámetros permisibles en comparación a experiencias reales de otros proyectos de microcentrales tanto ejecutadas o en ejecución, los cuales varían entre US \$ 3,500/Kw a US \$ 4,000/Kw.

n) Los indicadores de rentabilidad encontrados nos brinda la confianza de Factibilidad del proyecto.

o) La comparación con la alternativa de una central térmica equivalente demuestra la factibilidad económica de la central hidroeléctrica.

7.2 RECOMENDACIONES:

a) Es necesario que para el Estudio Definitivo del presente proyecto, instalar estaciones hidrométricas y pluviométricas próximas a la zona de captación, para realizar una evaluación del caudal disponible y de los caudales de avenida con una mayor precisión.

b) El crecimiento de la demanda energética es un factor cuya evaluación es siempre discutible y el estudio de la demanda del presente proyecto puede quedar obsoleto ante circunstancias imprevisibles por lo que es conveniente que la evaluación de la demanda se realice en forma continua.

c) Se sugiere que durante la elaboración del Estudio Definitivo se evalúe la disponibilidad de agua a 70% de Persistencia, con la finalidad de hacer una evaluación comparativa del recurso hídrico.

d) Teniendo en consideración los resultados del análisis de Caudales Mínimos, se recomienda evaluar, durante el Estudio Definitivo del Proyecto, la posibilidad de regular el caudal de la quebrada de Tununtunumba, con la finalidad no sólo de garantizar la demanda de agua del proyecto, sino la ampliación de la capacidad de generación de energía.

e) La alternativa de regulación de la cuenca debe ser finalmente decidida para un segundo proyecto en función a las necesidades de demanda donde deben incluir para su evaluación los beneficios adicionales que se pueden obtener en el campo agrícola.

f) Sobre el diseño definitivo de las estructuras resulta necesario un estudio geológico - geotécnico, debido a que en el presente estudio no fue posible tomarlos en consideración. Por ejemplo las filtraciones, la inestabilidad de los taludes, drenaje de los túneles, etc.

g) Realizar un estudio detallado del diseño hidráulico sobre transporte de sedimentos de arrastre en la quebrada, así como los sedimentos en suspensión en el canal, con la finalidad de evitar obstrucción en el canal y deterioro en las turbinas.

h) Las ventajas de su ubicación y rentabilidad ameritan que el estudio sea profundizado a nivel de estudio definitivo y alcanzar el proyecto a las

autoridades competentes para realizar las gestiones al más alto nivel para su financiamiento y ejecución, lo cual redundará en el desarrollo local, regional y nacional.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Barrezueta & Ramos "Estudio definitivo de la Central Hidroeléctrica de Pomahuaca". Lambayeque. Perú. 1984.
- 2.- Bureau of Reclamation "Diseño de Presas Pequeñas". México. 1992.
- 3.- Gómez Navarro "Saltos de agua y Presas de embalse". Madrid. España. 1988.
- 4.- García Rico, Elmer "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte". CONCYTEC. Lambayeque. Perú. 1987.
- 5.- INEI "Compendio Estadístico" . Lima . Perú. 1996.
- 6.- Mejía M., Abel "Estudio hidrológico de las quebradas de Pucayaquillo y Estero con fines de aprovechamiento

- hidroeléctrico para la localidad de Shapaja". ITDG. Lima. Perú. 1993.
- 7.- MONENCO "V Proyecto de energía eléctrica del Perú". Lima. 1980.
- 8.- Nozaki Tsuguo "Guía para la elaboración de proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas destinadas a la electrificación rural del Perú". JICA. Lima. Perú. 1980.
- 9.- Obando Licera "Proyecto de irrigación Pucayacu: Estudio Hidrológico". PEHCBM. INADE. San Martín. Perú. 1994.
- 9.A.- Pizarro Baldera, José del C. "Estudio de Factibilidad Puente Bajo Morales río Cumbaza: Estudio Hidrológico". HIDROCAMSA. San Martín. Perú. 1996.
- 10.- PEHCBM "Central Hidroeléctrica GERA: Estudio de Factibilidad". INADE. San Martín. Perú. 1983.
- 11.- Sviatoslav Crochin "Diseño Hidráulico". Lima. Perú. 1983.

- 12.- Varios Autores "Manual: Minicentrales Hidroeléctricas en la Región del Cuzco - Perú". ITDG. Lima. Perú. 1985.
- 13.- Varios Autores "Curso: Microcentrales Hidroeléctricas". ITDG. Lima. Perú. 1991.
- 14.- Varios Autores "Central Hidroeléctrica Puglush: A nivel de prefactibilidad". ITDG. Lima. Perú. 1992.
- 15.- Vega Hernández "Estudio preliminar y definitivo de la central hidroeléctrica de Pucará". Lambayeque. Perú. 1984.
- 16.- Ven Te Chow "Hidráulica de canales abiertos". México. 1982.
- 17.- Villaseñor Jesús "Proyectos de obras hidráulicas". México. 1981.

PLANOS