

社会開発調査部報告書

社会開発調査部報告書

社会開発調査部報告書

社会開発調査部報告書

社会開発調査部報告書

INTERNATIONAL

WORLDWIDE

INTERNATIONAL

(CONTINUED)

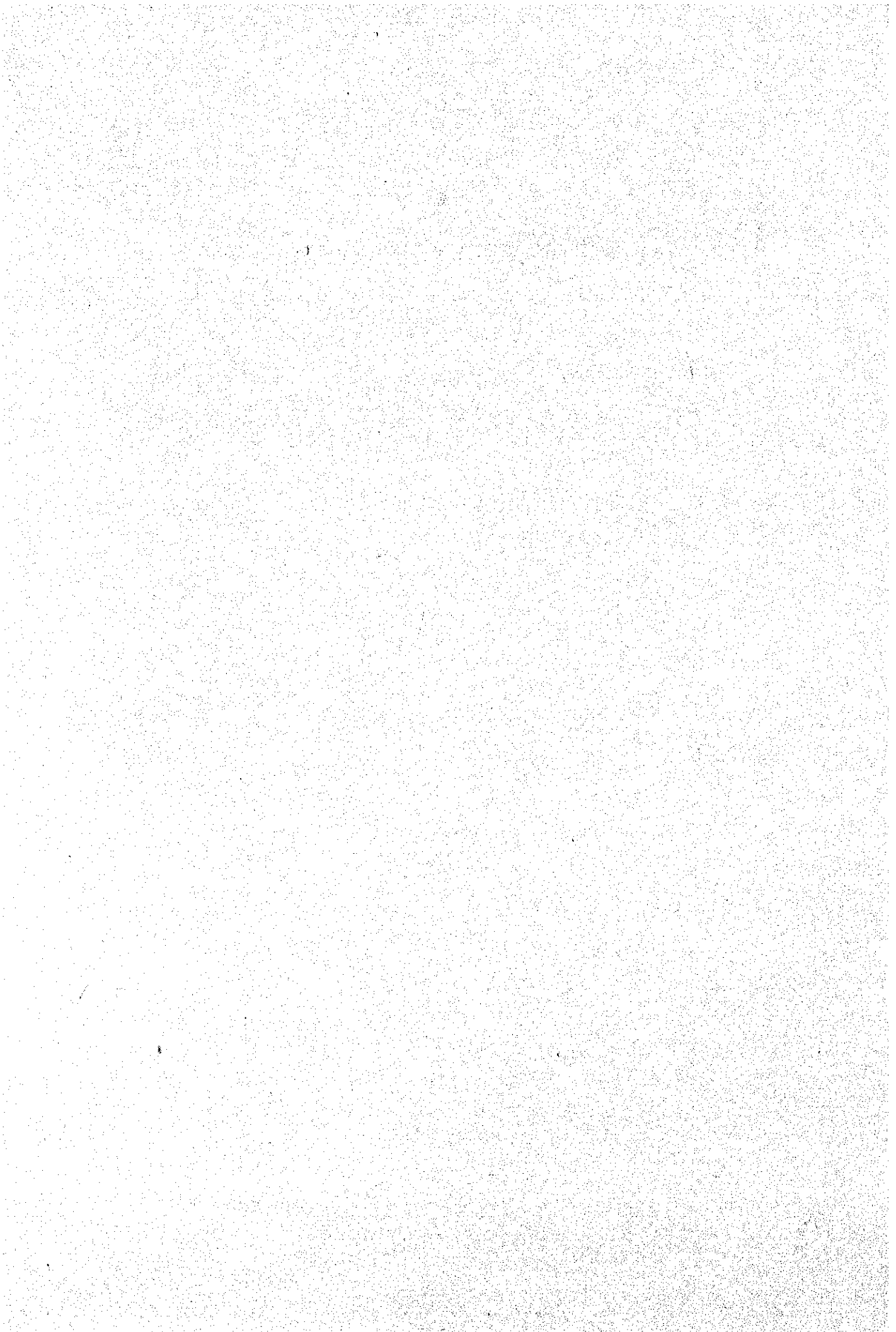
社会開発調査部報告書

社会開発調査部報告書

社会開発調査部報告書

社会開発調査部報告書

社会開発調査部報告書



AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)
REPUBLICA DEL ECUADOR

ESTUDIO DE DISEÑO DETALLADO
SOBRE LOS ESQUEMAS DE TRANSVASE DE AGUA
A LAS CUENCAS DE LOS RIOS CHONE Y PORTOVIEJO

**INFORME FINAL
VOLUMEN III
INFORME PRINCIPAL**

(ANEXO 1)

1. CRITERIOS DE DISEÑO
2. ESTUDIO HIDROLOGICO
3. PLAN DE TRASVASES



MARZO 1995

NIPPON KOEI CO., LTD.
Tokio, Japón

国際協力事業団

27529

INFORME FINAL

LISTA DE INFORME

Volumen	Título
I.	INFORME PRINCIPAL (RESUMEN)
II.	INFORME PRINCIPAL
III.	INFORME PRINCIPAL (ANEXO 1) 1. CRITERIOS DE DISEÑO 2. ESTUDIO HIDROLOGICO 3. PLAN DE TRASVASES
IV.	INFORME PRINCIPAL (ANEXO 2) 4. GEOLOGIA Y MATERIALES DE CONSTRUCCION
V.	INFORME PRINCIPAL (ANEXO 3) 5. ESTUDIO AMBIENTAL
VI.	INFORME DEL CALCULO DE LOS DISEÑOS
VII.	INFORME DEL CALCULO DE CANTIDADES DE OBRAS
VIII.	PLAN DE CONSTRUCCION Y CRONOGRAMA
IX.	ESTIMACION DE COSTOS
X.	PROGRAMA DE IMPLEMENTACION
XI.	PLANOS DE DISEÑO

INFORME FINAL

INFORME PRINCIPAL - CONTENIDO

Volumen I. INFORME PRINCIPAL RESUMEN

Volumen II. INFORME PRINCIPAL

PREFACIO

OFICIO DE RESENTACION

RESUMEN

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE PLANOS

ABREVIATURAS

Capitulo 1 GENERALIDADES

Capitulo 2 REVISION DE ESTUDIOS ANTERIORES

Capitulo 3 ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

Capitulo 4 DISEÑO

Capitulo 5 PLAN DE CONSTRUCCION Y CRONOGRAMA

TABLAS

FIGURAS

PLANOS

Volumen III. INFORME PRINCIPAL ANEXO 1

1. CRITERIOS DE DISEÑO

2. ESTUDIO HIDROLOGICO

3. PLAN DE TRASVASES

Volumen IV. INFORME PRINCIPAL ANEXO 2

4. GEOLOGIA Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

Volumen V. INFORME PRINCIPAL ANEXO 3

5. ESTUDIO AMBIENTAL

ABREVIATURAS

Instituciones Ecuatorianas

CEDEGE	:	Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas
CETUR	:	Corporación Ecuatoriana de Turismo
CLIRSEN	:	Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos
CONADE	:	Consejo Nacional de Desarrollo
CPC	:	Cámara de Productores del Camarón
CRM	:	Centro de Rehabilitación de Manabí
DIGMER	:	Dirección General de la Marina Mercante
DINAC	:	Dirección Nacional de Avalúos y Catastros
DINAF	:	Dirección Nacional Forestal
DITURIS	:	Dirección de Turismo
EMAPAM	:	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Manta
ESPOL	:	Escuela Superior Politécnica del Litoral
GOE	:	Gobierno de la República del Ecuador
IEOS	:	Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias
IERAC	:	Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización
IGM	:	Instituto Geográfico Militar
INAMHI	:	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEC	:	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INECEL	:	Instituto Ecuatoriano de Electrificación
INEFAN	:	Instituto Ecuatoriano Forestal y de Areas Naturales y Vida Silvestre
INERHI	:	Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos
INIAP	:	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
INOCAR	:	Instituto Oceanográfico de la Armada
JRH	:	Junta de Recursos Hidráulicos de Jipijapa y Paján
MAG	:	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MICIP	:	Ministerio de Industria, Comercio, Integración y Pesca
MOP	:	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
PFI	:	Programa de Fortalecimiento Institucional de CRM

- PHIMA : Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Manabí (Plan Hidráulico de Manabí)
- PMRC : Programa de Manejo de los Recursos Costeros

Instituciones Internacionales o Extranjeras

- ACI : Instituto Americano del Hormigón
- ASCE : Sociedad Americana de Ingenieros Civiles
- ASTM : Sociedad Americana de Ensayos y Materiales
- CAF : Corporación Andina de Fomento
- CEPIS : Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
- CIDIAT : Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras
- FAO : Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura
- IDB/BID : Banco Interamericano de Desarrollo
- IEC : Comisión Electrotécnica Internacional
- JEC : Normas del Comité Electrotécnico Japonés
- JICA : Agencia de Cooperación Internacional del Japón
- JIS : Normas Industriales del Japón
- OAS/OEA : Organización de los Estados Americanos
- OECD : Fondo de Cooperación Económica de Ultramar del Japón
- SCS : Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos
- UNDP : Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
- USA : Estados Unidos de América
- USAID : Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
- USDA : Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
- WHO : Organización Mundial de la Salud de las Naciones Unidas

Términos Técnicos

- ACSR : Cable de Aluminio Reforzado con Alma de Acero
- BOD/DBO : Demanda Bioquímica de Oxígeno

C.A.	:	Corriente Alterna
C.C.	:	Corriente Continua
COD/DQO	:	Demanda Química de Oxígeno
DO/OD	:	Oxígeno Disuelto
EC/CE	:	Conductividad Eléctrica
EIA	:	Evaluación del Impacto Ambiental
EMMP/PMMA	:	Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental
FEM	:	Método de Elementos Finitos
F/S, E/F	:	Estudio de Factibilidad
FWL	:	Nivel de Crecidas
GPS	:	Sistema de Posicionamiento Global
H	:	Horizontal
HWL	:	Nivel Máximo Normal
IEE/EAI	:	Examen Ambiental Inicial
LACAT	:	Programa Computacional para Lagos Tropicales
LWL	:	Nivel Mínimo
M.F.	:	Módulo de Finura
MOL	:	Nivel Mínimo de Operación
NATM	:	New Austrian Tunneling Method
PLC	:	Onda Portadora
PMI	:	Programa de Manejo Integrado de Plagas
RWL	:	Nivel de Agua del Embalse
SMTE	:	Sistema de Manejo de Trasvases y Embalses
SPT	:	Ensayos de Penetración Estándar
T-N	:	Nitrógeno Total
T-P	:	Fósforo Total
TSS	:	Sólidos Totales Suspendidos
V	:	Vertical
ZEM	:	Zona Especial de Manejo

Términos Económicos y Otros

CIF	:	Costo, Seguro y Flete
FC	:	Moneda Extranjera
FOB	:	Libre a Bordo
IVA	:	Impuesto al Valor Agregado
LC	:	Moneda Local
NGO/ONG	:	Organización No Gubernamental
PIB	:	Producto Interno Bruto
PRB	:	Producto Regional Bruto
TIRE	:	Tasa Interna de Retorno Económico
TIRF	:	Tasa Interna de Retorno Financiero

ABREVIATURA DE UNIDADES Y MEDIDAS

Longitud

mm	=	milímetro
cm	=	centímetro
m	=	metro
km	=	kilómetro
msnm	=	metros sobre el nivel del mar

Area

ha	=	hectárea
m ²	=	metro cuadrado
km ²	=	kilómetro cuadrado

Volumen

l, lit	=	litro
Kl, Klit	=	kilolitro
l/s	=	litro por segundo
m ³	=	metro cúbico
m ³ /s, cms	=	metro cúbico por segundo
m ³ /min	=	metro cúbico por minuto
m ³ /hr	=	metro cúbico por hora
MCM, mcm	=	millón de metros cúbicos
m ³ /d, cmd	=	metros cúbicos por día

Peso

mg	=	miligramo
mg/l	=	miligramo por litro
meq/l	=	mili-equivalente por litro
g	=	gramo
kg	=	kilogramo
t, ton	=	tonelada
MT	=	tonelada métrica

Tiempo

s	=	segundo
min	=	minuto
hr, HR	=	hora
d	=	día
yr	=	año

Simbolos Monetarios

S/.	=	sucre ecuatoriano
¥	=	yen japonés
US\$	=	dólar americano

Energía

Kcal	=	kilocaloría
KW, Kw	=	kilovatio
MW, Mw	=	megavatio
KWh, Kwh	=	kilovatio-hora
GWh, Gwh	=	gigavatio-hora
V	=	voltio
KV	=	kilovoltio
KVA	=	kilovoltioamperio
MVA	=	megavoltioamperio
Hz	=	Hertz

Others

%	=	porcentaje
°	=	grado
'	=	minuto
"	=	segundo
°C	=	grados Celcius
HD, hd	=	Hombre-día
mill	=	millón
NO. Nos	=	Número (s)
pers.	=	personas
Umho	=	micromho
ppt	=	partes por mil
ppm	=	partes por millón
ppb	=	partes por billón
l/p/d	=	litros por persona por día
g/p/d	=	gramos por persona por día
MPN	=	números más probables
LS	=	Monto total
O&M	=	Operación y Mantenimiento
p.a.	=	por año
rpm	=	revolución por minuto

ANEXO 1

CRITERIOS DE DISEÑO

**DISEÑO DETALLADO
SOBRE
LOS ESQUEMAS DE TRASVASES DE AGUA
PARA LAS
CUENCAS DE LOS RIOS CHONE Y PORTOVIEJO**

LISTA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. Obras Civiles	1-1
1.1 Generalidades	1-1
1.1.1 Introducción	1-1
1.1.2 Normas a Aplicarse	1-1
1.2 Datos de Diseño	1-1
1.2.1 Carga Muerta	1-2
1.2.2 Fuerza Sísmica	1-2
1.2.3 Carga del Viento	1-2
1.2.4 Valor Físico del Material	1-3
1.2.5 Esfuerzo de Diseño	1-4
1.2.6 Factor de Seguridad de Estabilidad	1-4
1.2.7 Coeficiente de Rugosidad	1-5
1.2.8 Pendiente de Corte y Terraplén	1-5
1.3 Concepto de Diseño Básico	1-5
1.3.1 Cauces	1-5
1.3.2 Estación de Bombeo Severino	1-8
1.3.3 Camino de Acceso	1-8
1.4 Criterios de Diseño	1-9
1.4.1 Cauces	1-9
1.4.1.1 Túnel de Derivación	1-9
1.4.1.2 Bloque de Anclaje	1-16
1.4.1.3 Tanque de Carga Severino	1-21
1.4.2 Estación de Bombeo Severino	1-21
1.4.3 Canal Abierto Severino	1-27
1.4.4 Caminos de Acceso	1-34
1.4.4.1 Generalidades	1-34
1.4.4.2 Diseño Geométrico	1-36
1.4.4.3 Diseño de Pavimento	1-48
1.4.4.4 Diseño de Drenaje	1-50

1.5	Normas de Dibujo	1-53
2.	Equipo Hidromecánico	2-1
2.1	Generalidades	2-1
2.2	Normas a Aplicarse	2-1
2.3	Rubros de Trabajo y Funciones	2-1
2.4	Selección del Tipo de Componente	2-2
2.5	Planteamiento de Diseño	2-3
2.6	Criterios de Diseño	2-4
3.	Equipo Eléctrico	2-13
3.1	Generalidades	2-13
3.2	Normas a Aplicarse	2-13
3.3	Motor Eléctrico	2-13
3.4	Transformadores	2-20
3.5	Dispositivos de Distribución	2-22
3.6	Tableros de Distribución y de Control	2-24
3.7	Unidad de Generación de Corriente Continua CC	2-25
3.8	Generador Diesel de Emergencia	2-26
4.	Línea de Transmisión	2-28
4.1	Normas a Aplicarse	2-28
4.2	Ruta de la Línea de Transmisión	2-28
4.3	Características Básicas de la Línea de Transmisión	2-28
4.4	Aislamiento	2-29
4.5	Apoyo	2-30

LISTA DE TABLAS

	<u>Página</u>
Tabla 1.1 Abreviaturas Recomendadas (1/4) ~ (4/4)	T - 1

LISTA DE FIGURAS

	<u>Página</u>
Figura 1.1	Dirección del Impulso..... F - 1
Figura 1.2	Ubicación de los Caminos de Acceso F - 2
Figura 1.3	Sección Típica de los Caminos de Acceso Permanentes..... F - 3
Figura 1.4	Sección Típica de los Caminos de Acceso Provisionales..... F - 4
Figura 1.5	Curva de Intensidad de Lluvia en la Zona 1..... F - 5
Figura 1.6	Líneas..... F - 6
Figura 1.7	Letras..... F - 7
Figura 1.8	Ubicación de las Notas F - 8
Figura 1.9	Símbolos (1/2) ~ (2/2) F - 9
Figura 2.1	Carta de Selección del Tipo de Bomba.....F - 11
Figura 2.2	Carta de Flujo de Diseño F - 12



1. OBRAS CIVILES

1.1 Generalidades

1.1.1 Introducción

Los criterios de diseño tratan de presentar el concepto de diseño, las condiciones de diseño y procedimientos a aplicarse en el diseño básico y detallado de las obras civiles para el los Esquemas de Trasvases de Agua para las Cuencas de los Ríos Chone y Portoviejo. También presenta los procedimientos estándar y los métodos para hacer los cálculos de diseño a ejecutarse de manera más efectiva y con ahorro de tiempo.

Este informe cubre:

- (1) Cauces
 - (i) Túneles de Derivación
 - (ii) Tanque de Carga
 - (iii) Canal abierto Severino con Sifones y Caminos de Inspección
 - (iv) Entrada y salida del Túnel de Derivación
- (2) Estación de Bombeo Severino y Tubería de Carga
- (3) Camino de Acceso
- (4) Equipos Hidromecánicos
- (5) Equipo Eléctrico
- (6) Línea de Transmisión

1.1.2 Normas a Aplicarse

Las normas a aplicarse en las obras civiles son básicamente las normas ASTM, AASHTO, JIS, Bureau of Reclamation?United States, Departamento del Interior.

1.2 Datos de Diseño

Los datos de diseño a utilizarse para el diseño de las estructuras se listan a continuación, sin embargo, ellas están sujetas a cambios si así se lo especifica en el dibujo o por orden del Ingeniero.

1.2.1 Carga Muerta

Material		Peso específico (tf/m ³)
1.	Hormigón, Reforzado	2,4
2.	Hormigón, simple	2,3
3.	Hormigón, mortero de cemento	2,0
4.	Varilla de refuerzo	7,85
5.	Acero estructural perfilado	7,85
6.	Terraplén, o material de relleno	1,65
	Roca (humedo)	1,7 ~ 1,9
	(saturado)	1,8 ~ 2,0
	Arena y grava (humedo)	1,8
	(saturado)	2,0
	Tierra (humedo)	1,8
	(saturado)	2,0
	Común (humedo)	1,8
	(saturado)	2,0
7.	Agua	1,0

1.2.2 Fuerza Sísmica

La fuerza de la tierra que actúa en la estructura se calcula por la siguiente fórmula:

$$K = K_h \cdot G$$

Donde K : fuerza horizontal en toneladas
 G : carga muerta de la estructura en toneladas
 K_h : coeficiente de sismos (= 0,15)

1.2.3 Carga del Viento

La carga del viento se asume que trabaja en las torres de la línea de transmisión.

1.2.4 Valor Físico del Material

(1) Angulo de fricción interna y cohesión

	Angulo interno de fricción (grados)	Cohesión Material (tf/m ²)
1. Terraplén		
Roca o arena y grava	35	0
Tierra	30	2
2. Relleno		
Relleno de drenaje libre	35	0
Relleno común	25	0

(2) Coeficiente de fricción

Material	Coeficiente de Fricción
1. Hormigón a hormigón	0,65
2. Hormigón a roca fresca	0,65
3. Hormigón a roca meteorizada	0,50
4. Hormigón a tierra o arena y grava	0,40

(3) Coeficiente de elasticidad

(i) Cálculos de refuerzo

Módulo de elasticidad	$E_c = 1,4 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$
Módulo de elasticidad	$E_s = 2,1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$
Relación de Módulos	$n (=E_s/E_c) = 15$

(ii) Análisis de deflección elástica y fuerza interna

f ₂₈ (10 ⁵ kgf/cm ²)	Hormigón		v	Acero	
	E _c (kgf/cm ²)	G _c (10 ⁵ kgf/cm ²)		E _s (10 ⁵ kgf/cm ²)	n
210	2,35	0,73	0,2	2,1	8,24

Donde, f₂₈ : resistencia a la compresión de 28 días de edad
 G_c : módulo de rigides; $G_c = E_c/2 (1 + v)$
 v : relación de Poisson

1.2.5 Esfuerzo de Diseño

(1) Esfuerzo de diseño

(i) Hormigón

Clase de Hormigón	Resistencia a la Compresión (kgf/cm ²)
A	250
B	210
C	210
D	210
E	180
F	210
G	140
H	140
Hormigón lanzado	210

(ii) Acero

Esfuerzo al cedimiento de tensión : 4.200 kgf/cm²

(iii) Cimentación

Condición	Capacidad de Soporte (tf/cm ²)
1. Tierra	10
2. Arena y Grava	30
3. Roca meteorizada	50
4. Roca	Dependiendo de las condiciones geotécnicas

1.2.6 Factor de Seguridad de Estabilidad

Condición de Carga	Deslizamiento	Volcamiento
1. Normal	4,0	1,2 (tercio medio)
2. Extrema	2,0	1,1 (tercio medio)

1.2.7 Roughness Coefficient

Material	Structure	Roughness coefficient
1. Concrete	Waterway	0.014
2. Steel	Penstock	0.012
3. Earth	River channel	0.030-0.035

1.2.8 Slope of Cut and Embankment

(1) Slope of Open Cut

Material	Slope	Description
1. Fresh Rock	1:0.5	for permanent slope without slope protection
	1:0.3	for permanent slope with slope protection or temporary or backfilled slope
2. Weathered Rock	1:0.5	for permanent slope with slope protection
	1:0.8	for permanent slope without slope protection
	1:0.5	for temporary or backfilled slope
3. Common	1:1.0	for permanent slope
	1:0.5	for temporary or backfilled slope

Note: A berm of 1.5 m. wide shall be provided at 7.5 or 8.0 m intervals in height in cut slope.

(2) Slope of Embankment

Material	Slope
1. Earth, Selected	1: 0.5
2. Earth, Random	1: 1.8
3. Common	1: 2.0

Note: A berm of 2.0 m. wide shall be provided at 5.0 m. intervals in height in embankment slope.

(ii) Tanque de Carga Severino

(iii) Canal Abierto Severino

(iv) Túnel de Derivación La Esperanza - Poza Honda

(v) Túnel de Derivación Poza Honda - Mancha Grande

(1) Tuneles de Derivación

(a) Diámetro Económico

Pérdida de carga de los tuneles de derivación depende de sus diámetros. A medida de los diámetros se agrandan, disminuye la pérdida de carga. Por otra parte, el ensanchamiento del diámetro de los túneles incrementa sus costos de construcción.

El diámetro óptimo de cada túnel de derivación se define como uno que tenga la suma mínima del valor anualizado de costos y el valor anualizado de los beneficios del suministro de agua. Entonces, el diámetro óptimo se examina mediante comparación de costos y beneficios anualizados.

(b) Alineación

La alineación de los tuneles de derivación está diseñada para conectar las entradas y salidas mediante las rutas más cortas, considerando las condiciones topográficas y geológicas.

(c) Tipo

El tipo de túnel de derivación son a no presión en forma estándar de herradura

(d) Sistema de soporte de roca

El sistema de apoyo alrededor de los tuneles de derivación está diseñado tomando en cuenta los resultados de la investigación geológica y los resultados del análisis estructural.

(e) Análisis estructural

El túnel de derivación está revestido de hormigón. El revestimiento de hormigón deberá soportar la presión interna y externa del agua.

(2) Tanque de carga Severino

El tanque de carga Severino está ubicado a 150 m al sur de la casa de bombas propuesta en Severino, punto inicial del canal abierto Severino. El tanque de carga

está conectado a final de la tubería de carga, de manera que no afecte la alta velocidad del flujo de la tubería de carga. La ubicación del tanque de carga se ha examinado considerando los requerimientos hidráulicos y las condiciones geológicas y topográficas así como las características estructurales del diseño detallado.

(3) Canal abierto Severino

Un canal abierto de 6,4 km de longitud con sección trapezoidal de revestimiento de hormigón une al tanque de carga con la entrada en Caña Dulce (entrada del túnel de derivación La Esperanza -Poza Honda ubicada en Caña Dulce) a lo largo del terreno moderadamente ondulado. Este canal abierto conduce un caudal máximo de 16m³/s al embalse de Poza Honda.

Se han identificado cinco (5) sitios para sifones en toda la ruta del canal abierto Severino.

El camino de inspección se ha provisto en el lado del canal abierto que da hacia la montaña. Este camino tiene la función de inspeccionar las condiciones del flujo del trasvase en el canal abierto y la reparación de su estructura.

(4) Entradas y salidas de los túneles de derivación

Se han provisto estructuras de entrada y salida en las siguientes ubicaciones. Aquellas entradas y salidas de los túneles de derivación consisten de compuerta, compuerta de tablonés, válvula, aproximación, muro de retención, etc.

- (i) Entrada en Conguillo : Entrada del túnel de derivación Daule-Peripa-La Esperanza ubicada en el río Conguillo en el embalse Daule-Peripa.
- (ii) Salida en Membrillo : Salida del túnel de derivación Daule-Peripa-La Esperanza ubicada en el río Membrillo en el embalse La Esperanza.
- (iii) Entrada en Caña Dulce : Entrada del túnel de derivación La Esperanza-Poza Honda ubicada en Caña Dulce.
- (iv) Salida Los Cuyuyes : Salida del túnel de derivación La Esperanza-Poza Honda ubicada en el tramo superior del embalse Poza Honda.
- (v) Entrada en Poza Honda : Entrada del túnel de derivación Poza Honda-Mancha Grande en el embalse Poza Honda.

(vi) Salida en Mancha Grande : Salida del tunel de derivación Poza Honda-Mancha Grande ubicada en el rio Mancha Grande.

1.3.2 Estación de Bombeo Severino

La estación de bombeo Severino propuesta está ubicada 10 km al sureste de la presa de La Esperanza la cual será terminada en 1996.

La casa de bomba está planificada a construirse en el embalse de la presa de La Esperanza. Por cuanto esta estructura tiene que examinar el levantamiento y la presión de agua a actuar.

1.3.3 Camino de Acceso

(1) Ruta

El propósito de los caminos de acceso es de proveer acceso en el área del proyecto y a lugares específicos de las obras.

Los caminos de acceso son:

- | | |
|---|-------------------------------|
| (i) Camino de acceso Conguillo | (permanente, 6 m de ancho) |
| (ii) Camino de acceso El Guasmo | (provisional, 4 m de ancho) |
| (iii) Camino de acceso a la Salida en Membrillo | (permanente, 6 m de ancho) |
| (iv) Camino de acceso Severino | (permanente, 6 m de ancho) |
| (v) Camino de acceso a entrada en Caña Dulce | (permanente, 6 m de ancho) |
| (vi) Camino de acceso Los Cuyuyes | (permanente, 6 m de ancho) |
| (vii) Camino de acceso La Seca | (provisional, 4 m de ancho) y |
| (viii) Camino de acceso Poza Honda | (permanente, 6 m de ancho). |

Las rutas de los caminos se mencionan en la subsección 4,5 del Informe Principal.

(2) Diseño de Caminos

La función de los caminos así como su carga de tráfico prevista es relevante para la selección de las normas a aplicarse. La función a largo plazo de los caminos es de proveer buen acceso a esta área montañosa bajo cualquier condición climática para los caminos permanentes, exceptuando dos caminos provisionales de acceso.

1.4 Criterios de Diseño

1.4.1 Cauces

1.4.1.1 Túnel de Derivación

(1) Análisis estructural del túnel para las estructuras de entrada y salida

El análisis estructural para las estructuras de entrada y las partes de transición en la entrada y salida del túnel se llevaron a cabo mediante análisis de pórtico de acuerdo con El Código Ecuatoriano de la Construcción.

(a) Condiciones de diseño

Las condiciones de diseño a utilizarse para el análisis estructural son las siguientes:

(i) Valores de diseño

<Valores de diseño de la roca>

-Túnel de derivación Daule - Peripa ~ La Esperanza

Lado de la Entrada

Peso específico (γ)	1,8	tf/m ³
Módulo de elasticidad (Er)	20.000	kgf/cm ²
Relación de Poisson (ν)	0,2	kgf/cm ²
Angulo de fricción interna (ϕ)	40,0	grados
Cohesión (C)	5,0	kgf/cm ²

Lado de la Salida

Peso específico (γ)	1,7	tf/m ³
Módulo de elasticidad (Er)	10.000	kgf/cm ²
Relación de Poisson (ν)	0,25	kgf/cm ²
Angulo de fricción interna (ϕ)	35,0	grados
Cohesión (C)	2,5	kgf/cm ²

-Túnel de derivación La Esperanza-Poza Honda

Lado de la Entrada

Peso específico (γ)	2,0	tf/m ³
Módulo de elasticidad (Er)	20.000	kgf/cm ²
Relación de Poisson (ν)	0,2	kgf/cm ²
Angulo de fricción interna (ϕ)	40,0	grados
Cohesión (C)	5,0	kgf/cm ²

Lado de la Salida

Peso específico (γ)	1,8	tf/m ³
Módulo de elasticidad (E_r)	10.000	kgf/cm ²
Relación de Poisson (ν)	0,25	kgf/cm ²
Angulo de fricción interna (ϕ)	35,0	grados
Cohesión (C)	2,5	kgf/cm ²

-Túnel de derivación Poza Honda-Mancha Grande

Lado de la Entrada

Peso específico (γ)	1,8	tf/m ³
Módulo de elasticidad (E_r)	10.000	kgf/cm ²
Relación de Poisson (ν)	0,2	kgf/cm ²
Angulo de fricción interna (ϕ)	30,0	grados
Cohesión (C)	2,0	kgf/cm ²

Lado de la Salida

Peso específico (γ)	1,8	tf/m ³
Módulo de elasticidad (E_r)	10.000	kgf/cm ²
Relación de Poisson (ν)	0,25	kgf/cm ²
Angulo de fricción interna (ϕ)	30,0	grados
Cohesión (C)	2,0	kgf/cm ²

<Valores de diseño del hormigón>

Peso específico (γ)	2,4	tf/m ³
Módulo de elasticidad del hormigón (E_c)	235.000	kgf/cm ²
Módulo de elasticidad de la varilla de refuerzo (E_s)	2.100.000	kgf/cm ²
Resistencia de diseño a la compresión del hormigón (σ_{28})	210	kgf/cm ²
Resistencia a la tensión de la varilla de refuerzo	4.200	kgf/cm ²

(ii) Cargas de diseño

Las cargas de diseño a considerarse para cada estructura son las siguientes:

<Túnel de derivación Daule - Peripa ~ La Esperanza>

Estructura de entrada en Conguillo, entrada del túnel

Case 1: Peso muerto del revestimiento de hormigón (W_c) + presión de la roca (P_r) + presión del agua (P_w)

Estructura de entrada en Conguillo, lumbrera

Case 1: Presión de la roca (Pr) + presión del agua (Pw)

Entrada del túnel en Conguillo (parte de transición del túnel)

Case 1: Peso muerto del revestimiento de hormigón (Wc) + presión de la roca (Pr) + presión del agua (Pw)

Salida del túnel en Membrillo (parte de transición del túnel)

Case 1: Peso muerto del revestimiento de hormigón (Wc) + presión de la roca (Pr) + presión del agua (Pw)

Caso 2: Peso muerto del revestimiento de hormigón (Wc) + presión de la roca (Pr) + presión del agua (Pw) + presión de lechada de inyección (Pg)

<Túnel de derivación La Esperanza-Poza Honda>

Alcantarilla de entrada en Caña Dulce

Case 1: Wc + presión de la tierra (Pe) + (Pw)

Entrada del túnel en Caña Dulce

Case 1: Wc + Pr + Pw

Caso 2: Wc + Pr + Pw + Pg

Salida del túnel en Los Cuyuyes (parte de transición del túnel)

Case 1: Wc + Pr + Pw

Caso 2: Wc + Pr + Pw + Pg

<Túnel de derivación La Esperanza-Poza Honda>

Alcantarilla de entrada en Caña Dulce

Case 1: Wc + presión de la tierra (Pe) + Pw

Entrada del túnel en Caña Dulce

Case 1: Wc + Pr + Pw

Caso 2: Wc + Pr + Pw + Pg

Salida del túnel en Los Cuyuyes (parte de transición del túnel)

Case 1: $Wc + Pr + Pw$

Caso 2: $Wc + Pr + Pw + Pg$

<Túnel de derivación Poza Honda-Mancha Grande>

Estructura de entrada en Poza Honda, alcantarilla de entrada

Case 1: $Wc + Pe + Pw$

Estructura de entrada en Poza Honda, entrada del túnel

Case 1: $Wc + Pr + Pw$

Caso 2: $Wc + Pr + Pw + Pg$

Estructura de entrada en Poza Honda, lumbrera

Caso 1: $Pr + Pw$

Entrada del túnel en Poza Honda, (parte de transición del túnel)

Case 1: $Wc + Pr + Pw$

Caso 2: $Wc + Pr + Pw + Pg$

Salida del túnel en Mancha Grande (parte de transición del túnel)

Case 1: $Wc + Pr + Pw$

Caso 2: $Wc + Pr + Pw + Pg$

(iii) Presión de la roca

La máxima presión lateral de la roca que actúa en el revestimiento de hormigón en la entrada del túnel es dada por la siguiente teoría de Terzaghi.

$$Prh = Ka \cdot (Prv + \gamma \cdot Ht)$$

donde, Prh : presión lateral de la roca (tf/m)

Ka : coeficiente de la presión lateral de la roca

Ka : $\tan^2 (45 - \phi/2)$

ϕ : ángulo de fricción interna de la roca

Prv : presión vertical de la roca (tf/m)

γ : peso específico de la roca (tf/m³)

Ht : altura de excavación del túnel (m)

(iv) Constante de resorte de la roca

La roca alrededor del túnel resiste junto con el revestimiento de hormigón contra la presión interna y externa. La fuerza de resistencia de la roca se incorpora en los cálculos como la constante de resorte.

La constante de resorte se da mediante la fórmula siguiente.

$$K = A \cdot E/L$$

donde, K : constante de resorte (t/m)
A : área sujeta al un resorte (m²)
E : módulo de elasticidad de la roca (tf/m²)
L : Longitud unitaria de un resorte (m)

(iv) Factor de carga

La estructura y elementos estructurales serán diseñados para obtener el esfuerzo de diseño en todas las secciones, por lo menos igual al esfuerzo requerido calculado por cargas mayorizadas y las fuerzas en combinación como se estipula en el Capítulo 9 del Código Ecuatoriano de la Construcción.

El factor de carga a aplicarse para cada carga es el siguiente:

Carga muerta	1,4
Presión de la roca	1,7
Presión del agua	1,4
Presión del terreno	1,7
Presión de lechada de inyección	1,4

En base a las condiciones de diseño mencionadas arriba, se llevó a cabo el análisis estructural utilizando el programa de computación SAP 90 (Programa de computación autorizado en el Ecuador).

(b) Áreas requeridas de varillas de refuerzo

Las áreas requeridas de varillas de refuerzo para cada sección se realizaron mediante las siguientes fórmulas

(i) Área mínima requerida de varillas de refuerzo

$$A_s = 0,0033 \cdot b \cdot d = (14/f_y) \cdot b \cdot d$$

Donde, A_s : área mínima requerida de varillas de refuerzo (cm²)
b : ancho de la sección (cm)

d : altura efectiva de la sección (cm)
 f_y : resistencia específica a la fluencia (4.200 kgf/cm²)

(ii) Area máxima de varillas de refuerzo

$$A_s = 0,75 \cdot P_b = 0,75 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f_c}{f_y} \cdot \frac{6.115}{f_y + 6.115} \cdot d \cdot b$$

$$a = A_s \cdot f_y / (0,85 \cdot f_c \cdot b)$$

$$\phi Mu = 0,85 \cdot A_s \cdot f_y (d - a/2)$$

ó

$$\phi Mu = (A_s \cdot f_y \cdot d \cdot (1 - 0,59 \cdot f_y / f_c))$$

$$A's = 0,5 A_s$$

Donde, ϕ : factor de reducción de esfuerzo

Mu : momento factorizado en la sección

f'_c : esfuerzo específico de compresión del hormigón (kgf/cm²)

Area requerida de refuerzo de compresión

$$Pu \cdot e' / \phi = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot (d - c/2) + A's \cdot f_y \cdot (d - d')$$

Donde, Pu : carga axial total

c : distancia de la fibra extrema en compresión al eje neutral

d' : distancia de la fibra extrema en compresión al centroide de la varilla de refuerzo de compresión

$$f's = 6.120 \cdot \left(\frac{d - c}{c} \right)$$

$$Pu = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b + A's \cdot f_y - A_s \cdot f's$$

Area requerida para varilla de refuerzo de tensión

$$m = f_y / (0,85 \cdot f'_c)$$

$$Pu = 0,85 \cdot f_c \cdot b \cdot d \cdot \left(- \left(\frac{e'}{d} - 1 \right) + \left(\frac{e'}{d} - 1 \right)^2 + 2 \cdot m \cdot \left(1 - \frac{d'}{d} \right) \right)$$

(iii) Esfuerzo cortante

El diseño de las secciones transversales sujetas al corte se basa en las siguientes fórmulas.

- c : distance of extreme compression fiber to the neutral axis
 d' : distance of extreme compression fiber to centroid of compression reinforcing bar

$$f_s = 6,120 \cdot \left(\frac{d-c}{c}\right)$$

$$P_u = 0.85 \cdot f_c \cdot a \cdot b + A_s' \cdot f_y - A_s \cdot f_s$$

Required area of tensile reinforcing bar

$$m = f_y / (0.85 \cdot f_c)$$

$$P_u = 0.85 \cdot f_c \cdot b \cdot d \cdot \left(-\left(\frac{e'}{d} - 1\right) + \left(\frac{e'}{d} - 1\right)^2 + 2 \cdot m \cdot \left(1 - \frac{d'}{d}\right)\right)$$

(iii) Shear stress

The design of cross sections subject to shearing is based on the following formulas.

$$V_c = 0.85 \cdot 0.53 \cdot f_c^{1/2} \cdot d \cdot b$$

where, V_c : shear nominal strength(kgf/cm²)

If $V > V_c$

Required area of diagonal bars : A_v

$$A_v / f = (V - V_c) / (f_y \cdot \sin a)$$

Required area of stirrups : A_{vs}

$$A_{vs} / f = (V - V_c) \cdot e / (f_y \cdot d)$$

(iv) Longitudinal reinforcing bars

$$A_s = 0.00125 \cdot b \cdot d$$

(2) Tunnel Structural Analysis for Lining

The structural analysis for the tunnel Lining of three diversion tunnels are carried out by FEM analysis.

$$\begin{aligned}
 3' \quad \sigma_y &= 1,8 \text{ t/m}^3 \times 250 \text{ m} = 450 \text{ t/m}^2 \\
 3' \quad \sigma_y &= \gamma \cdot \sigma_y = 0,7 \times 450 \text{ t/m}^2 = 315 \text{ t/m}^2 \\
 4' \quad \sigma_y &= 1,8 \text{ t/m}^3 \times 320 \text{ m} = 576 \text{ t/m}^3 \\
 4' \quad \sigma_y &= \gamma \cdot \sigma_y = 0,7 \times 576 \text{ t/m}^2 = 403 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

Para el túnel de derivación Poza Honda ~ Mancha Grande, se adoptaron los siguientes valores de diseño para el análisis.

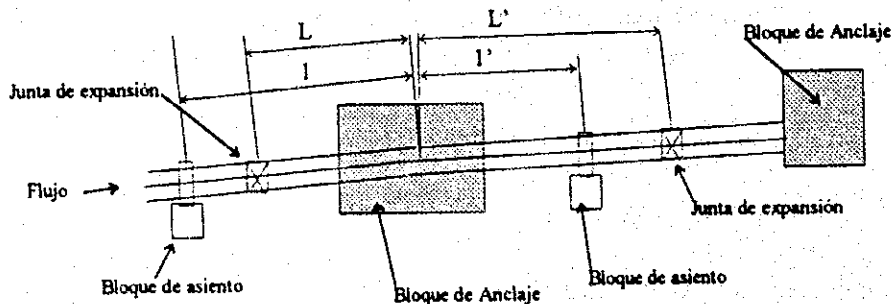
	Caso B - 1	Caso B - 2
1. Sobrecarga (m)	60	300
2. Módulo de elasticidad E (kgf/cm ²)	10.000	20.000
3. Cohesión C (kgf/cm ²)	2,0	5,0
4. Angulo de fricción interna (grados)	30	40
5. Peso específico (t/m ³)	1,8	2,0
6. Relación de Poisson	0,25	0,2
7. Escurrimiento plástico		
α	0,50	0,5
β (5 días de carga)	0,016	0,033
8. Esfuerzo inicial		
a) Vertical sy (tm ²)	1' 108	2' 600
b) Horizontal sx (t/m ²)	1' 76	2' 420

$$\begin{aligned}
 1' \quad \sigma_y &= 1,8 \text{ t/m}^3 \times 60 \text{ m} = 108 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_x &= \sigma_x = \gamma \cdot \sigma_y = 0,7 \times 108 \text{ t/m}^2 = 76 \text{ t/m}^2 \\
 2' \quad \sigma_y &= 2,0 \text{ t/m}^3 \times 300 \text{ m} = 600 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_x &= \sigma_x = \gamma \cdot \sigma_y = 0,7 \times 600 \text{ t/m}^2 = 420 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

1.4.1.2 Bloque de Anclaje

(1) Método de Análisis de Estabilidad

(a) Definición de variables



θ : Angulo vertical del eje de la tubería aguas arriba

(grados)

∂'	: Angulo vertical del eje de la tubería aguas abajo	(grados)
ϕ	: Intersección vertical del ángulo entre los ejes de las tuberías aguas arriba y aguas abajo $\phi = \partial - \partial'$	(grados)
θ	: Intersección horizontal entre los ejes de las tuberías aguas arriba y aguas abajo	(grados)
L	: Longitud de la tubería entre PI del bloque de anclaje y aguas arriba de la junta de expansión	(m)
L'	: Longitud de la tubería entre PI del bloque de anclaje y aguas abajo de la junta de expansión	(m)
l	: Longitud de la tubería entre PI del bloque de anclaje y bloque adyacente de asiento aguas arriba	(m)
l'	: Longitud de la tubería entre PI del bloque de anclaje y bloque adyacente de asiento aguas abajo	(m)
D	: Diámetro interno de la tubería de carga	(m)
A	: Area seccional interna de la tubería de carga	(m)
t	: Espesor de la tubería de carga aguas arriba	(m)
t'	: Espesor de la tubería de carga aguas abajo	(m)
H	: Carga de diseño en PI del bloque de anclaje	(m)
He	: Carga de diseño aguas arriba de la junta de expansión	(m)
He'	: Carga de diseño aguas abajo de la junta de expansión	(m)
Q	: Caudal máximo de bombeo	(m ³ /seg)
s	: Peso de la cubierta de la tubería de carga aguas arriba por 1 m	(t/m)
	$S = \pi \cdot D \cdot t \cdot r_s$	
s'	: Peso de la cubierta de la tubería de carga aguas abajo por 1 m	(t/m)
	$S = \pi \cdot D \cdot t' \cdot r_s$	
r _s	: Densidad del acero	= 7,85 (t/m ³)
w	: Peso del agua contenida en la por 1 m de tubería	(t/m)
c	: Coeficiente de fricción entre la cubierta de la tubería y el asiento (=0,25)	
f	: Coeficiente de fricción entre el agua y el acero (=0,02)	
f _e	: Fuerza de la fricción de la junta de expansión por 1 m	= 0,7 (t/m)
w _c	: Peso específico del hormigón simple	= 2,3 (t/m ³)

(b) Fuerza Actuante sobre el Bloque de Anclaje

(i) Impulso perpendicular del eje de la tubería debido al peso de la misma y al agua dentro de esta.

para tubería aguas arriba
para tubería aguas abajo

$$W = 1/2 \cdot (w+s) \cdot l \cdot \cos \partial$$

$$W' = 1/2 \cdot (w+s') \cdot l' \cdot \cos \partial'$$

Fuerza	dirección x	dirección y	dirección z
W	sen θ	0	-W • cos θ
W'	W' • sen θ' • cos θ	-W' • sen θ' • sen θ	-W' • cos θ'

(ii) Impulso a lo largo del eje de la tubería debido al peso muerto de la misma.

para la tubería aguas arriba $P_1 = s \cdot L \cdot \text{seno } \theta$
para la tubería aguas abajo $P_1' = s' \cdot L' \cdot \text{seno } \theta'$
fuerza componente

Fuerza	dirección x	dirección y	dirección z
P_1	$-P_1 \cdot \cos \theta$	0	$-P_1 \cdot \text{sen} \theta$
P_1'	$-P_1' \cdot \cos \theta' \cdot \cos \theta$	$-P_1' \cdot \cos \theta' \cdot \text{sen} \theta$	$-P_1' \cdot \text{sen} \theta'$

Ver Figura 1.1

(iii) Impulso debido a la fricción del agua en la tubería

para la tubería aguas arriba $P_2 = (2 \cdot f \cdot Q^2 / g \cdot \pi \cdot D^3) \cdot L$
para la tubería aguas abajo $P_2' = (2 \cdot f \cdot Q^2 / g \cdot \pi \cdot D^3) \cdot L'$
fuerza componente

Fuerza	dirección x	dirección y	dirección z
P_2	$-P_2 \cdot \cos \theta$	0	$-P_2 \cdot \text{sen} \theta$
P_2'	$-P_2' \cdot \cos \theta' \cdot \cos \theta$	$-P_2' \cdot \cos \theta' \cdot \text{sen} \theta$	$-P_2' \cdot \text{sen} \theta'$

Ver Figura 1.1

(iv) Fuerza centrífuga que actúa en el punto de doblez

Debido al doblado vertical $P_v = 2 \cdot v^2 / g \cdot A \cdot \text{sen}(\phi/2)$
Debido al doblado horizontal $P_h = 2 \cdot v^2 / g \cdot A \cdot \text{sen}(\theta/2)$
Fuerza componente

Fuerza	dirección x	dirección y	dirección z
P_v	$-P_v \cdot \text{sen}(\theta/2)$	0	$P_v \cdot \cos(\theta/2)$
P_h	$P_h \cdot \text{sen}(\theta/2)$	$P_h \cdot \cos(\theta/2)$	0

Ver Figura 1.1

(v) Impulso debido a la presión interna que actúa sobre la junta de expansión

Para la tubería aguas arriba $P_3 = H_e \cdot \pi \cdot D \cdot t$
 Para la tubería aguas abajo $P_3' = H_e \cdot \pi \cdot D \cdot t'$
 Fuerza componente

Fuerza	dirección x	dirección y	dirección z
P_3	$P_3 \cdot \cos \theta$	0	$P_3 \cdot \text{sen} \theta$
P_3'	$P_3' \cdot \cos \theta' \cdot \cos \theta$	$P_3' \cdot \cos \theta' \cdot \text{sen} \theta$	$P_3' \cdot \text{sen} \theta'$

(vi) Fuerza fuera de balance debido a la presión de agua que actúa sobre el punto de doblez

debido a doblez vertical $P_{rv} = 2 \cdot H \cdot A \cdot \text{sen}(\theta/2)$
 debido a doblez horizontal $P_{rh} = 2 \cdot H \cdot A \cdot \text{sen}(\theta/2)$
 fuerza componente

Fuerza	dirección x	dirección y	dirección z
P_{rv}	$-P_{rv} \cdot \text{sen}(\theta/2)$	0	$P_{rv} \cdot \cos(\theta/2)$
P_{rh}	$P_{rh} \cdot \text{sen}(\theta/2)$	$P_{rh} \cdot \cos(\theta/2)$	0

(vii) Impulso debido al cambio de temperatura

Para tubería aguas arriba $F = F_1 + F_2$
 Para tubería aguas abajo $F' = F_1' + F_2'$

- Impulso debido a la fricción del punto de apoyo

Para tubería aguas arriba $F_1 = c \cdot (w+s) \cdot (L-l/2) \cdot \cos \theta$
 Para tubería aguas abajo $F_1' = c \cdot (w+s') \cdot (L'-l'/2) \cdot \cos \theta'$

- Impulso debido a la fricción de la junta de expansión

Para tubería aguas arriba $F_2 = f_e \cdot \pi \cdot (D+2t)$
 Para tubería aguas abajo $F_2' = f_e \cdot \pi \cdot (D+2t')$

Fuerza	dirección x	dirección y	dirección z
F	$F \cdot \cos \theta$	0	$-F \cdot \text{sen} \theta$
F'	$F' \cdot \cos \theta' \cdot \cos \theta$	$-F' \cdot \cos \theta' \cdot \text{sen} \theta$	$F' \cdot \cos \theta'$

ver Figura 1.1

(viii) Peso muerto del bloque de anclaje

$$W_A = w_c \cdot V$$

V: volumen de hormigón del bloque de anclaje

(iv) Fuerza sísmica

$$F = F_{wA} + F_p$$

$$F_{wA} = K_b \cdot W_A \quad F_p = K_b \cdot [(w+s) \cdot l/2 + (w+s') \cdot l'/2]$$

K_b : Coeficiente de terremoto horizontal (=0,15)

(c) Chequeo de Seguridad

(i) Seguridad contra volcamiento

La seguridad contra volcamiento puede confirmarse mediante la siguiente ecuación.

$$e = [B/2 - \Sigma M / \Sigma V] < B/6$$

donde, e : eccentricidad de la fuerza resultante en base a la medición desde el centro de la base

B : longitud de la base del bloque de anclaje

ΣM : momento total

ΣV : fuerza vertical total

(ii) Seguridad contra deslizamiento

$$F_s = \Sigma V \cdot \lambda / \Sigma H > 2,0$$

donde, F_s : factor de seguridad

ΣH : fuerza total horizontal

λ : coeficiente de fricción del hormigón y de la cimentación = 0,65

(iii) Seguridad para capacidad de soporte

$$\sigma_{max} = \Sigma V / A \cdot (1 \pm 6 \cdot e / B) < q_a$$

donde, σ_{max} : máximo esfuerzo de compresión

A : area de base

q_a : capacidad de soporte de la cimentación

1.4.1.3 Tanque de Carga Severino

El tanque de carga Severino está dividido en dos líneas separadas por un muro de partición en consideración a la operación y mantenimiento del sistema de trasvase.

(1) Análisis estructural

(a) Cálculo estructural

El análisis estructural de pórtico se realizó aplicando el programa de computación SAP 90 (Programa de Análisis Estructural), que usa el "Metodo de Elemento Finito". Este programa representa el trabajo de investigación realizado en la Universidad de California, Berkeley, por el Profesor Edward L. Wilson.

(b) Condiciones de carga

El análisis estructural se realizó para las condiciones de carga de los siguientes casos

Caso 1 : El tanque está vacío sin efectos sísmicos

Caso 2 : Un lado del tanque está lleno con agua hasta el nivel máximo (HWL) y el otro lado está vacío sin efectos sísmicos

Caso 3 : Ambos lados del tanque están llenos con agua y no se toma en cuenta el efecto sísmico.

Caso 4 : Ambos lados del tanque están llenos con agua y se toma en consideración el efecto sísmico.

1.4.2 Estación de Bombeo Severino

(1) Consideración preliminar del sistema estructural

(a) Sistema estructural

Para determinar el sistema estructural de la subestructura de la casa de bombas, los puntos siguientes fueron considerados y analizados para la finalización del diseño:

(i) Estabilizar la estructura contra gran presión hidroestática y del terreno

(ii) Minimizar la deflexión de la estructura para la grúa de pórtico deslizante.

(iii) Considerar el esfuerzo contra el cambio de temperatura antes y después de terminar la estructura.

Para el tema anterior, las siguientes consideraciones y análisis se realizaron y utilizaron para el diseño detallado.

(b) Sistema estructural de pórtico

Para minimizar el volumen de hormigón y estabilizar contra gran presión hidráulica y del terreno actuando sobre la estructura, Se utilizó y diseño el sistema estructural de pórtico en vez del sistema estructural de muros o de cualquier otro sistema. El sistema estructural de pórtico también da otra ventaja para minimizar la deflección de columna para la viga de la grúa deslizante. Por lo tanto, en la parte superior de la subestructura, se utilizan vigas de techo armadas con columnas.

(c) Medición contra fisuras del hormigón y fuerza de temperatura

Para prevenir fisuras intermedias objeccionables en el hormigón generadas por el cambio de temperatura y calor de hidratación, se proveen juntas de expansion entre las unidades de bombeo N°. 3 y N°. 4. Las juntas de contracción dan la ventaja de aliviar el esfuerzo de tensión inducido por contracción y el calor hidrante. Para mantener la impermeabilización, se ha provisto de tapajuntas de PVC. También se ha provisto de refuerzo para la contracción y esfuerzo de temperatura. Para chequear el esfuerzo inducido por los cambios de temperatura y para poder confirmar la estabilidad contra fisuras generadas por el esfuerzo (momento, corte, etc) se realizó el análisis y los cálculos.

(2) Análisis de estabilidad

(a) Generalidades

El edificio de la casa de bombas está dividido en dos bloques por una junta de expansión, v.g., el bloque del lado del patio de transformadores y el bloque del lado de la plataforma de montaje.

La estabilidad estructural se analizó para asegurar la seguridad contra volcamiento, deslizamiento, flotación, y capacidad de soporte de la cimentación en roca. Los tres casos siguientes se incluyeron en el análisis de estabilidad:

Caso - I: Después de terminar la construcción

Las fuerzas externas que actúan en la subestructura incluye el peso muerto, presión mínima hidroestática del agua del embalse, presión del terreno apoyado debido al relleno, sobrecarga y subpresión

Caso - II: Condición Normal

Estación de bombeo terminada y operando sin efectos sísmicos:

Las fuerzas externas que actúan sobre la subestructura incluyen el peso muerto, presión máxima hidroestática del agua del embalse, presión del terreno apoyado debido al relleno, presión del nivel freático, sobrecarga y subpresión

Caso - III: Condiciones sísmicas

Estación de bombeo terminada y operando con efectos sísmicos

Adicionalmente a las fuerzas externas del Caso - II, se considera la carga sísmica.

(b) Modelo estructural

La casa de bombas está dividida en dos bloques, v.g., lado del patio de transformadores y lado de la plataforma de montaje, los cuales están diseñados a construirse sobre una cimentación en roca sólida y cada bloque es de estructura casi simétrica. El análisis de estabilidad se realizó para el lado del patio de transformadores tomando en consideración el modelo de estructura simétrica. El modelo estructural para el análisis de estabilidad se muestra en el Diseño de la Subestructura de la Casa de Bombas, Informe de Cálculos de Diseño.

(c) Análisis de estabilidad

Las fuerzas externas que actúan sobre la subestructura tales como la presión del atierra, presión hidroestática y subpresión y su centro de gravedad se calculan como se indica abajo.

El análisis de estabilidad de la estructura se hace en base al propio peso y las fuerzas externas calculadas. Se adoptó el siguiente criterio en el análisis de estabilidad.

Volcamiento	= $\Sigma V \cdot x / \Sigma H \cdot y$
Deslizamiento	= $(\Sigma W \cdot U) \cdot f \neq C \cdot A \cdot / \Sigma H$
Capacidad de soporte	= $V/B \cdot L (1 \pm 6 e/L)$
Flotación	= $\Sigma W/U$

Donde, ΣV = suma de fuerzas verticales

ΣH = suma de fuerzas horizontales

x = distancia desde el punto de referencia al centro de gravedad

y = distancia desde el punto de referencia al centro de gravedad

ΣW = sumas de fuerzas verticales exceptuando la subpresión

- U = subpresión
- f = coeficiente de fricción entre el hormigón y la cimentación en roca (0,65)
- C = Cohesión entre el hormigón y la cimentación en roca (50 t/m²)
- A = área de la base de cimentación
- e = excentricidad
- B = ancho de la cimentación
- L = longitud de la cimentación

Los factores mínimos permisibles de seguridad son los siguientes:

Condición de Carga	Volcamiento	Deslizamiento	Flotación
Caso I, III	1,1	2,0	1,1
Caso II	1,2	4,0	1,2

(i) Condición de carga

- Caso I : Después de terminada la construcción
- Caso II : Condición normal
- Caso III : Condición sísmica

(ii) Presión lateral del terreno

$$P = \gamma_t \cdot K_a \cdot h_1$$

Donde, $\gamma_t = 1,8 \text{ tf/m}^3$

$K_a = 0,5$

$H_1 = \text{profundidad del terreno (m)}$

(3) Diseño estructural

(a) Análisis estructural de pórtico

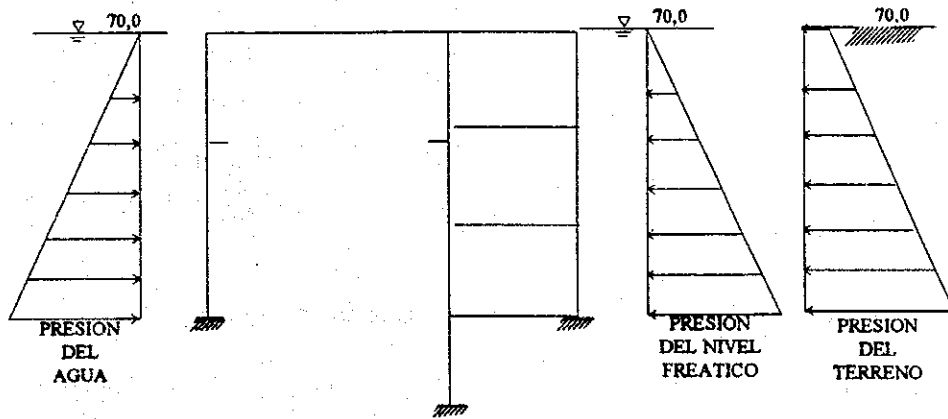
(i) Modelo de pórtico

El el análisis de los respectivos elementos estructurales de la casa de bombas, se hizo aplicando el programa de computación SAP 90, (Programa de Análisis Estructural), el cual usa el Método de Elemento Finito, Este programa representa el trabajo de investigación realizado en la Universidad de California, Berkeley, por el Profesor Edward L. Wilson.

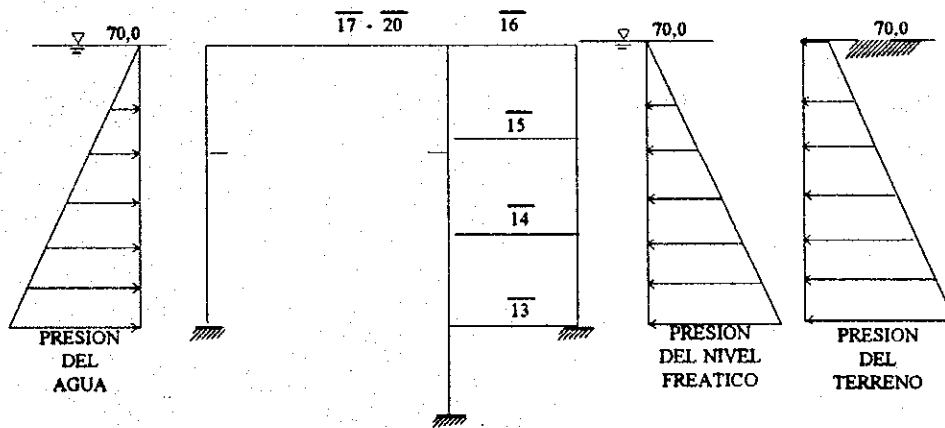
(ii) Condición de carga

Las condición de carga de seis casos se muestran en la figuras de abajo como lo indica el numeral 3.2.1

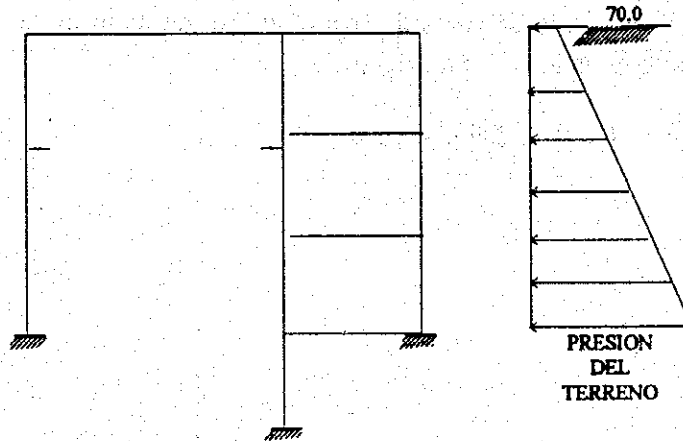
Caso - I Condición normal



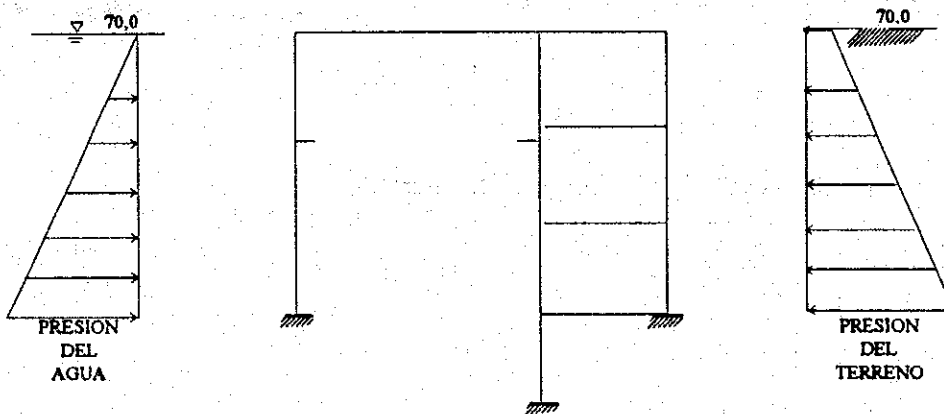
Caso - II y III Cambio de temperatura



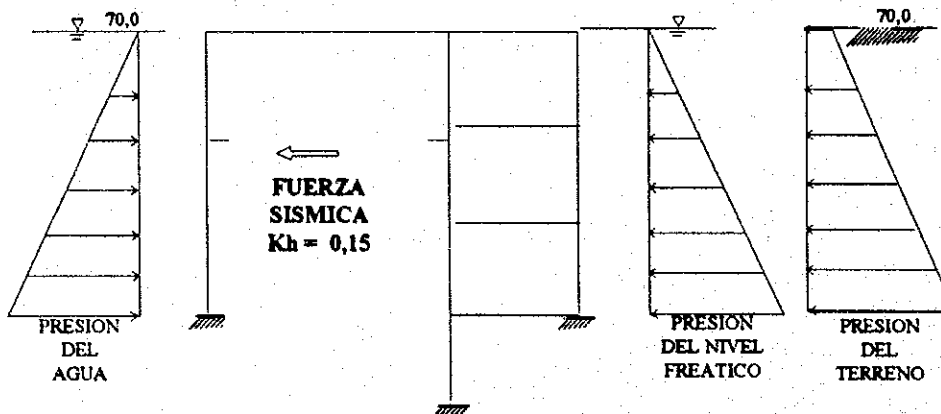
Caso - IV Tiempo de Conclusión -1 (justo después de terminar)



Caso - V Conclusión - 2 (Justo después de terminar)



Caso - VI Condición sísmica



1.4.3 Canal Abierto Severino

(1) Diseño estructural

El canal abierto Severino es de sección transversal trapezoidal en principio, y será revestido de hormigón a fin de reducir sus trabajos de mantenimiento. La sección transversal típica y los procedimientos para determinar los elementos de sección transversal se explican a continuación.

(a) Relación entre el ancho de la solera y el tirante del agua (B/h)

La relación entre el ancho de la solera del canal y el tirante del agua (b/h) es generalmente de 1/1 a 2/1. Mientras que la sección transversal hidráulica más efectiva con un perímetro mojado que es mínimo, es de 1/1,2 en el talud del canal abierto de 1:1 ó 1/1,64 en el talud de 1/1,5. En este canal abierto la sección es trapezoidal con una gradiente de 1:12, la cual es la más efectiva y económica teniendo un máximo volumen de flujo con un mínimo perímetro mojado.

(b) Talud

El talud interno del canal abierto es 1(V): 1,2 (H)

Si la profundidad de excavación desde el nivel del suelo a la cresta del canal es mayor que 3,0 metros, deberá proveerse una berma con un ancho de 1,0 m a cada 3 m de altura.

El talud externo del canal abierto es como se indica a continuación:

Canal Abierto	Talud Externo (V:H)
Altura del terraplén, menor a 5 m	1:1,5
Altura del terraplén, mayor a 5 m	1:1,5 con una berma de 1,5 m de ancho

Nota: El talud del canal abierto depende de las características de los materiales a usarse en la construcción del canal abierto y también de la altura del terraplén del canal abierto. El talud interno y externo especificados arriba se determinan en base a las experiencias de la Consultora y de los resultados de la investigación de proyectos existentes en el Ecuador y se confirma por el análisis de estabilidad en base a los resultados de los ensayos de suelos arcillosos y suelos limosos, los cuales abarcan la mayor parte del área del Proyecto y los cuales se consiguen fácilmente a lo largo de la ruta del canal. De acuerdo a los resultados del análisis, los terraplenes del canal de suelos arcillosos y limosos son seguros contra deslizamiento (Referirse al Informe de Cálculos de Diseño).

(c) **Espesor del revestimiento**

El espesor del revestimiento es de 15 cm.

El espesor del revestimiento usualmente es de 6 a 12 cm. En el Proyecto Babahoyo en el Ecuador, el espesor del revestimiento en los canales mayores es de 10 cm en caso de los taludes de 1 (v):1,5 (H) y el Proyecto J. Calle, el espesor es de 15 cm con un talud de 1 (v):0,5 (H). Se ha adoptado el revestimiento con 15 cm de espesor para este canal abierto.

(d) **Borde libre**

El borde libre da al canal abierto un altura adicional en caso de un nivel de agua superior al normal el cual puede ser causado por (i) sedimentación en el canal, (ii) falla de operación temporal del suministro de agua, (iii) exceso de flujo causado por escorrentías de tormentas y que ingresan al canal abierto, (iv) nivel de agua adicional causado por un coeficiente de fricción más brusco que el utilizado para el diseño, y (v) olas producidas por vientos o picos los cuales acompañan con cambios repentinos en el flujo. Tomando lo anterior en consideración, el borde libre para el canal abierto debe determinarse en base a la siguiente ecuación (derivada de los Criterios de Diseño para Riego y Drenaje y Proyecto de Reclamación de Tierras por el Ministerio de Agricultura, Bosques y Pesca del Japón):

$$F_b = 0,05 h + hv + s$$

Donde,

Fb	:	borde libre (m)
h	:	tirante de agua de diseño (m)
hv	:	velocidad de carga (m)
s	:	0,10 m

El borde libre estimado por la ecuación anterior es aquél para el revestimiento, y el borde libre para terraplén del canal abierto deberá determinarse añadiendo 30 cm al borde libre obtenido de la ecuación anterior.

(e) **Radio de la curva horizontal del canal abierto**

El radio de la curva horizontal del canal abierto deberá ser mayor que 5-8 veces el ancho de la superficie del agua a nivel de diseño.

(2) Cálculos hidráulicos

(a) Fórmula de flujo

La fórmula de Manning (Strickler) debe emplearse para los cálculos hidráulicos del canal abierto. La fórmula es la siguiente:

$$Q = A V$$
$$V = 1/n R^{2/3} I^{1/2}$$

Donde,

- Q : Caudal de diseño (m³/s)
- V : Velocidad media del agua (m/s)
- n : Coeficiente de rugosidad de la fórmula de Manning
- R : Radio hidráulico (m) = A/P
- A : Área de flujo (m²)
- P : Perímetro mojado (m)
- I : Gradiente hidráulica del canal abierto

(b) Coeficiente de rugosidad

Los coeficientes de rugosidad utilizado (n) en la fórmula de Manning (Strickler) son los siguientes:

Material del canal	Coeficiente de rugosidad
Revestimiento de hormigón	0,015
Hormigón	0,015

(c) Velocidades del flujo del canal abierto

A menos que se indique de otra manera, la velocidad de diseño del canal abierto deberá determinarse dentro de los siguientes rangos permisibles.

Material del Perímetro Mojado	Velocidad Permissible	
	Mínima	Máxima
Revestimiento de hormigón	0,5	1,5
Hormigón (espesor)	0,5	3,0

La velocidad mínima permisible debe determinarse de manera que en lo posible, no cause sedimentación ni permita el crecimiento de hierbas en el perímetro mojado. Generalmente se reconoce que una velocidad mayor a 0,7 m/s previene el crecimiento

de hierbas y que una velocidad de 0,45 a 0,9 m/s previene la sedimentación de acarreos de superficie.

(d) Cálculo de pérdida de carga

En el diseño hidráulico de las estructuras hidráulicas tales como el canal abierto, alcantarillas, sifones, etc., se consideran las siguientes pérdidas de carga.

- (i) Pérdida por fricción (h_f)
- (ii) Pérdidas por la transición:
 - Contracción gradual (h_{gc})
 - Ensanchamiento gradual (h_{ge})
 - Contracción súbita (h_{sc})
 - Ensanchamiento súbito (h_{se})
- (iii) Pérdida de carga en la rejilla (h_t)
- (iv) Pérdida de carga en la entrada (h_i)
- (v) Pérdida de carga en la curva (h_b)

Estas pérdidas pueden calcularse de la siguiente manera:

- (i) Pérdidas por fricción (m)

$$h_f = \left\{ \frac{nV}{R^{4/3}} \right\} L$$

Donde,

- h_f : pérdida por fricción
- L : longitud del canal abierto (m)
- V : velocidad media del agua (m/s)
- R : radio hidráulico (m)
- n : coeficiente de rugosidad

- (ii) Transición

La transición debe proveerse de manera que conecte suavemente un canal a una estructura o que reduzca las pérdidas de carga en la estructura. Si el canal abierto tiene un pequeño excedente de carga del agua a conducir o si la velocidad de diseño no puede ser mayor a 0,7 m/s, o si el canal abierto se conecta a un sifón, se proveerá una transición recta con un ángulo diagonal a la dirección del flujo menor de 12,5 grados.

La longitud de la transición recta no deberá ser menor que la longitud calculada por la siguiente fórmula:

$$L = (W_u - W_d) / 2 \tan T$$

Donde,

L : longitud de la transición (m)

W_u : ancho de la superficie del agua en el canal abierto (m)

W_d : ancho de la superficie en canalón, conducto o transición cerrada

T : ángulo de la transición = 12,5 °

- Contracción gradual (hgc)

$$h_{gc} = f_{gc} (h_{vd} - h_{vu}) + L I_m$$

$$h_{gcw} = h_{gc} + (h_{vd} - h_{vu})$$

donde,

h_{gc} : pérdida de carga debido a la contracción gradual (m)

h_{gcw} : cambio de nivel del agua debido a la contracción gradual (m)

f_{gc} : coeficiente de pérdida, como tipo de transición recta

h_{vd} : velocidad de carga después de la contracción gradual (m)

h_{vu} : velocidad de carga antes de la contracción gradual (m)

L : longitud de la transición (m)

I_m : gradiente hidráulica media, = (I_u + I_d)/2

I_u : gradiente hidráulica antes de la contracción gradual

I_d : gradiente hidráulica después de la contracción gradual

- Ensanchamiento gradual (hge)

$$h_{ge} = f_{ge} (h_{vu} - h_{vd}) + L I_m$$

$$h_{gew} = h_{ge} + (h_{vu} - h_{vd})$$

donde,

h_{ge} : pérdida de carga debido al ensanchamiento gradual (m)

h_{gew} : cambio de nivel del agua (m)

f_{ge} : coeficiente: como tipo de transición recta

h_{vu} : velocidad de carga antes del ensanchamiento (m)

h_{vd} : velocidad de carga después del ensanchamiento (m)

L : longitud de la transición (m)

I_m : gradiente hidráulica media, = (I_u + I_d)/2

Iu : gradiente hidráulica del canal aguas arriba
 Id : gradiente hidráulica aguas abajo.

- Contracción gradual (hgc)

$$hsc = fsc hvd$$

$$hscw = hsc + (hvd - hud)$$

donde,

hsc : pérdida de carga debido a la contracción súbita (m)
 fsc : coeficiente de p: coeficiente de pérdida debido a la
 contracción súbita (ver la tabla siguiente)
 hscw : cambio de nivel del agua debido a la contracción súbita
 (m)
 hvd : velocidad de carga después de la contracción (m)
 hud : velocidad de carga antes de la contracción (m)

Dd/Du	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
fsc	0,50	0,50	0,49	0,49	0,46	0,43	0,21	0,38	0,29	0,07	0,0

Du : Diámetro antes de la contracción (m)
 Dd : Diámetro después de la contracción (m)

- Ensanchamiento súbito (hse)

$$hge = fse hvu$$

$$hsew = hse + hvd - hvu$$

donde,

hse : pérdida de carga debido al ensanchamiento súbito (m)
 fse : coeficiente = $(1 - au/ad)^2$
 hvu : velocidad de carga antes del ensanchamiento (m)
 hgew : cambio de nivel del agua (m)
 hvd : velocidad de carga después del ensanchamiento (m)
 Au : área de flujo antes del ensanchamiento (m)
 Ad : área de flujo después del ensanchamiento (m)

(iii) Pérdida de carga en la rejilla (ht)

La pérdida de carga en la rejilla debe ser tres (3) veces la pérdida de carga calculada por la fórmula de Kirschmer.

$$\begin{aligned}
 h_t &= f_r h_{vu} \\
 f_r &= b \operatorname{seno} (t/b)^{4/3} \\
 h_{tw} &= h_t + h_{vd} - h_{vu}
 \end{aligned}$$

donde,

- h_t : pérdida de carga en la rejilla (m)
- h_{tw} : cambio del nivel del agua debido a la rejilla (m)
- h_{vu} : velocidad de carga justo en el canal aguas arriba (m)
- b : coeficiente a determinarse de acuerdo con la forma del elemento de las varillas
- q : ángulo con el piso (grados)
- b : espacio libre entre las varillas (m)
- t : espesor de las varillas (m)

(iv) Pérdida de carga en la entrada (h_i)

$$h_i = f_i h_{vd}$$

donde,

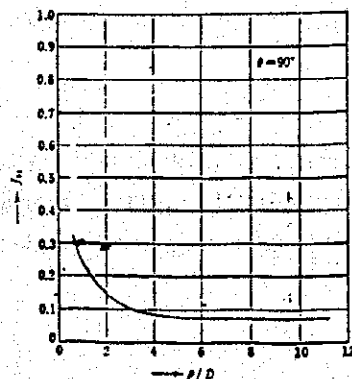
- h_i : pérdida de carga en la entrada (m)
 - f_i : coeficiente a determinarse de acuerdo a la forma de la entrada
- | | |
|--------------------------------|-----|
| Boquilla circular | 0,1 |
| Boquilla rectangular ordinaria | 0,5 |
- h_{vd} : velocidad de carga en el canal aguas abajo (m)

(v) Pérdida de carga en curva (h_b)

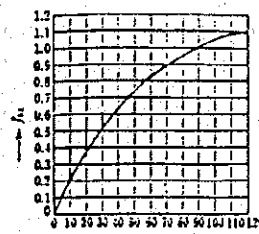
$$h_b = f_{b1} f_{b2} h_v$$

donde,

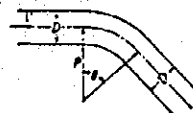
- h_b : pérdida de carga debido a la curva (m)
- $f_{b1} f_{b2}$: coeficiente como se muestra abajo
- h_v : velocidad de carga en el conducto (m)



(a) f_{b1} ($\theta = 90^\circ$)



(b) f_{b2}



1.4.4 Caminos de Acceso

1.4.4.1 Generalidades

Los caminos de acceso cumplen varias funciones y a continuación se expresan los conceptos básicos de diseño de los mismos:

- a) Los caminos de acceso serán utilizados para transportar materiales de construcción y material de excavación durante la etapa de construcción.
- b) Se podrá movilizar y desmovilizar, por medio de trailers de mediana capacidad, equipos, maquinarias, plantas e instrumentos.
- c) Los caminos de acceso serán de uso público y para el mantenimiento de las obras del proyecto una vez terminadas las mismas.
- d) Los caminos de acceso son de dos clases: caminos de acceso permanente y caminos de acceso temporal, estos últimos servirán únicamente durante la construcción.
- e) La pavimentación con grava se empleará en los caminos permanentes y temporales.
- f) El Contratista mantendrá y mejorará el camino incluyendo el pavimento durante la construcción y entregará la obra al Cliente en conformidad al diseño una vez concluido el Proyecto.
- g) Cumplir a cabalidad las normas del Ecuador establecidas en el "Manual de Diseño de Carreteras", Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones" y en el "Manual de Diseño de Caminos Vecinales, MOP-1984, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones", y
- h) Cuando las normas usadas en el Ecuador no satisfagan los criterios de diseño del Proyecto, se emplearán las Normas Oficiales de la Sociedad Americana de Carreteras Estatales y Transporte (AASHTO), las normas del Japón y las normas Richtlinien Fur Anlage Landstras (normas Alemanas, RAL).

Basado en los conceptos de diseño antes mencionados, se contabilizan un total de 55 km de caminos de acceso a ser diseñados para el Proyecto, que comprenden las siguientes 8 partes:

(i) Carretera de Acceso Conguillo

Nueva carretera de acceso permanente a construirse entre la actual carretera que parte desde el sitio Buenaventura hasta la Entrada Conguillo pasando por el poblado de Membrillo, y su longitud total es de aproximadamente 22,6 km.

(ii) Carretera de Acceso El Guasmo

Nueva carretera de acceso temporal a construirse, que, partiendo desde la Carretera de Acceso Conguillo llega hasta la Ventana de Acceso El Guasmo, y cubre una longitud total de 1,6 km.

(iii) Carretera de Acceso Salida Membrillo

Nueva carretera de acceso temporal a ser construida, la cuál parte desde la Carretera de Acceso Conguillo y llega hasta la Salida Membrillo con una longitud total de 0,4 km.

(iv) Carretera de Acceso Severino

Nueva carretera permanente a construirse entre el camino actual en Piedra Azul y la Estación de Bombeo Severino pasando por el sitio Bijagual, y su longitud total es de aproximadamente 9,3 km. La carretera enlaza la Carretera de Inspección Severino cerca de Bijagual.

(v) Carretera de Acceso Entrada Caña Dulce

Nueva carretera de acceso temporal a construirse hasta la Entrada Caña Dulce partiendo desde el sitio Bijagual sobre la Carretera de Acceso Severino. Su longitud total es de aproximadamente 2,7 km.

(vi) Carretera de Acceso Los Cuyuyes

Nueva carretera de acceso permanente a construirse, que va desde: el sitio de presa Poza Honda hasta la Salida Los Cuyuyes cubriendo una longitud total aproximada de 12,6 km.

(vii) Carretera de Acceso La Seca

Nueva carretera de acceso temporal que parte desde el sitio Las Mercedes No. 1 en la Carretera de Acceso Los Cuyuyes y llega hasta la Ventana de Acceso La Seca. Tiene una longitud total de 3,8 km aproximadamente.

(viii) Carretera de Acceso Entrada Poza Honda

Nueva carretera de acceso permanente a construirse desde la Carretera de Acceso Los Cuyuyes hasta la Entrada Poza Honda, cubriendo una longitud total aproximada de 0,7 km.

La localización de cada carretera de acceso se muestra en la Figura 1.2.

La Carretera de Acceso Camuto que va desde Camuto hasta Buenaventura en la Carretera de Acceso Conguillo, aunque no está incluida en el diseño detallado de los caminos, cumple una función importante en el Proyecto. La carretera servirá durante y después de la construcción de las obras del trasvase Daule-Peripa - La Esperanza, las cuales son: la Entrada Conguillo, la Salida Membrillo, el túnel de derivación que une ambas entradas y sus respectivas instalaciones.

1.4.4.2 Diseño Geométrico

(1) Normas del Diseño Geométrico

La Clase 5 de caminos indicada en las Normas del MOP para caminos de acceso es la que se aplica a los caminos de acceso con una velocidad de diseño de 30 km/hora. también se propone la Clase 4 de caminos para el camino de inspección con una velocidad de diseño de 30 km/hora. Sin embargo se puede juzgar que el Manual no cubre los detalles de los criterios a aplicarse directamente en el Proyecto. Por lo tanto, cada rubro del diseño geométrico ha sido estudiado para definir los criterios para el Proyecto en base al MOP y las normas Provinciales como se explica a continuación

Las normas para el diseño geométrico se presentan a continuación:

Diseño Geométrico de los Caminos de Acceso

Normas	Clase 4 y 5	
Velocidad de Diseño (km/hora)	30	
Alineamiento Horizontal	Radio mínimo de curva (m)	30 (15)
	Longitud mínima de curva (m)	40
	Radio mínimo de curvas sin peralte (m)	80
Alineamiento Longitudinal	Gradiente longitudinal mínima (%)	7,0 (8,0~10,0)
	Radio mínimo de curva, forma plana(m)	250
	Radio mínimo de curva, forma cóncava (m)	250
	Longitud mínima de curva (m)	25
Sección Transversal	Inclinación transversal estándar (%)	4,0
	Peralte máximo	1/75
	Peralte mínimo	1/300
Combinación máxima de pendientes (%)	11,5 (12,5)	
mínima Distancia visual (m)	30	

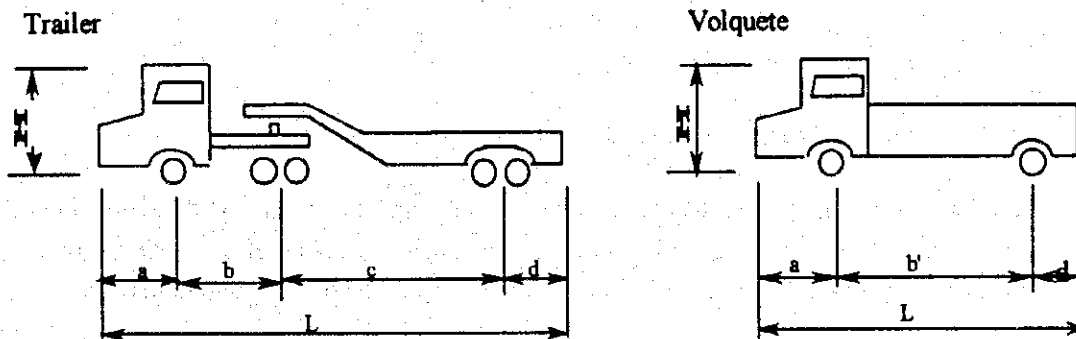
Nota: Los valores en () son para casos excepcionales

Se establece un ancho de vía de 6,0 m, de tal manera que sirva para el tránsito de dos vehículos bidireccionalmente. No se precisa de reafirmado. El ancho de vía de los caminos temporales es de 4,0 m en vista de su función temporal durante la construcción.

(2) Vehículos de diseño

El diseño de los caminos de acceso está concebido para soportar el tránsito de vehículos, tales como trailers y volquetes. Las dimensiones de dichos vehículos se basan en las Normas de Diseño de Carreteras Principales (MOP-001-E) las cuales se describen a continuación:

Vehículo	Long. (m) L	Ancho (m) W	Altura (m) H	Proyección Frontal (m) a	Parte Anterior (m) b	Distancia entre Ejes (m) b'	Parte Posterior (m) c	Proyec. Posterior (m) d	Mínimo Radio de Giro (m)
Trailer	16,78	2,59	4,12	0,92	5,49		9,15	0,61	13,72
Volquete	9,15	2,59	4,12	1,22		6,10		1,83	12,81



(3) Alineamiento Horizontal

(a) Mínimo radio de curvatura horizontal

En la Norma de Diseño de Caminos Vecinales se establece un radio mínimo de curvatura horizontal de 30 m para una velocidad de diseño de 30 km/h. Sin embargo, se propone reducir este valor a 15 m en consideración a que el radio de giro mínimo es de 13,72 m y 12,81 m para el vehículo tipo trailer y tipo volquete, respectivamente, y también por razones funcionales, económicas y de construcción.

(b) Longitud Mínima de curvatura

En general, la longitud mínima de curvatura se determina basado en las siguientes consideraciones:

- (i) Evitar la mínima dificultad para la conducción
- (ii) Estar por debajo de algún valor establecido en las normas de diseño con respecto a la variación de la aceleración centrífuga sobre la sección de curvatura, y

(iii) Evitar la ilusión óptica de que el valor del radio de curvatura es menor que el valor real, para ángulos de intersección (IA) demasiado bajos.

En este estudio, la consideración (i) determina el valor de diseño de la longitud de curvatura tomando en cuenta la función de los caminos. La Mínima longitud de curvatura se define como:

$$L = t \cdot V$$

Donde, L : longitud mínima de curvatura (m)
 t : tiempo para cruzar el tramo de curva (s)
 V : velocidad de diseño (m/s)

Empíricamente, t es tomado como 6 s como valor mínimo para evitar la dificultad al conducir a través del tramo de la curva; por lo tanto:

$$L = 6 \cdot 30 \cdot 1.000 / 3.600 = 50 \text{ m}$$

(3) Aumento del ancho de vía en el tramo de la curva

Al tomar la curva, los ejes frontal y posterior del vehículo pasan por diferentes lugares geométricos. Por lo tanto es necesario ampliar el ancho de vía en el tramo de la curva en relación al ancho en el tramo recto. El aumento se determina de la siguiente manera:

$$e = B - b$$

donde, e : aumento del ancho de vía en el tramo de la curva (m)
 B : ancho del vehículo al momento de tomar la curva (m)

$$\text{para trailer } B = R_w + 1,295 \sqrt{R_c^2 - 124,811}$$

$$\text{para volquete } B = R_w + 1,295 \sqrt{R_c^2 - 53,582}$$

R_w : radio de la curva exterior (m)

$$\text{para trailer } R_w = \sqrt{\left(\sqrt{R_c^2 - 41,088} + 1,295\right)^2 + 41,088}$$

$$\text{for truck } R_w = \sqrt{\left(\sqrt{R_c^2 - 41,088} + 1,295\right)^2 + 53,582}$$

R_c : radio de curvatura a la línea de centro de cada carril (m)

b : amplitud de carril (m)

La siguiente tabla muestra los resultados de la aplicación de la fórmula anterior. Los valores estimados se redondean cada 25 cm a cuenta del diseño y construcción del tramo de curvatura. En el caso de que el aumento sea menor de 20 cm, se podría juzgar que el aumento es innecesario.

Aumento e (m)	Radio de Curvatura (m)	
	Carreteras Permanentes (Ancho de vía: 6.0 m, Tipo de vehículo: Volquete)	Carretera Temporal (Ancho de vía: 4.0 m, Tipo de vehículo: Volquete)
1,75	R < 15	
1,50	16 ≤ R < 18	
1,25	18 ≤ R < 21	
1,00	21 ≤ R < 25	
0,75	25 ≤ R < 31	R ≤ 16
0,50	31 ≤ R < 42	16 ≤ R < 18
0,25	42 ≤ R	18 ≤ R < 21

(c) Pendiente transversal de diseño

La pendiente transversal se calcula de acuerdo al tipo de pavimento, tal como se indica a continuación, y en base a la Norma de Diseño de Caminos Vecinales.

i = 2,5 % para pavimento asfáltico

i = 4,0 % para pavimento de agregado y para vías no pavimentadas

(d) Peralte

(i) Peralte máximo

El peralte máximo se determina en 8 %, basado en la Norma de Diseño de Caminos Vecinales.

(ii) Mínimo radio de curvatura sin peralte

< En caso de que la pendiente transversal sea 4 % >

Este valor es determinado basado en la siguiente fórmula

$$Re = V^2 / (127 * (i + f))$$

donde, Re : mínimo radio de curvatura sin peralte (m)

V : velocidad de diseño (= 30 km/h)

i : peralte (= -0,04)

f : coeficiente de fricción por resbalamiento lateral (=0,15)

por lo tanto;

$$Re = 30^2 / (127 * (-0,04 + 0,15)) = 64,4 = 65 \text{ m}$$

El coeficiente de fricción debido al deslizamiento lateral (f) se define como 0,16 en base a las normas provinciales, lo cual es un valor máximo especificado por la AASHTO. Sin embargo, para este diseño se ha considerado el valor de 0,15 por comodidad de empleo.

< En caso de que la pendiente transversal estandar sea del 2,5 % >

El valor está determinado por la misma fórmula del caso (a), pero cambiando los siguientes valores:

i : peralte (= -0,025)

f : coeficiente de fricción por resbalamiento lateral (=0,044)

por lo tanto,

$$R_e = 30^2 / (127 * (0,025 + 0,044)) = 373,0 = 380 \text{ m}$$

(iii) Peralte en el tramo de curvatura

El peralte en un tramo de curvatura se calcula para evitar la acción de la fuerza centrípeta sobre el vehículo, esto es, cuando $f=0$ en la fórmula anterior, por lo tanto:

$$R_m = V_a^2 / (127 * i_m)$$

Donde,

R_m : radio de curvatura para impedir la acción de la fuerza centrípeta sobre el vehículo (m)

V_a : velocidad de circulación (=28 km/h)

i_m : peralte

Los valores (R_m) de la fórmula anterior por cada valor de peralte (i_m) se dan en la siguiente tabla.

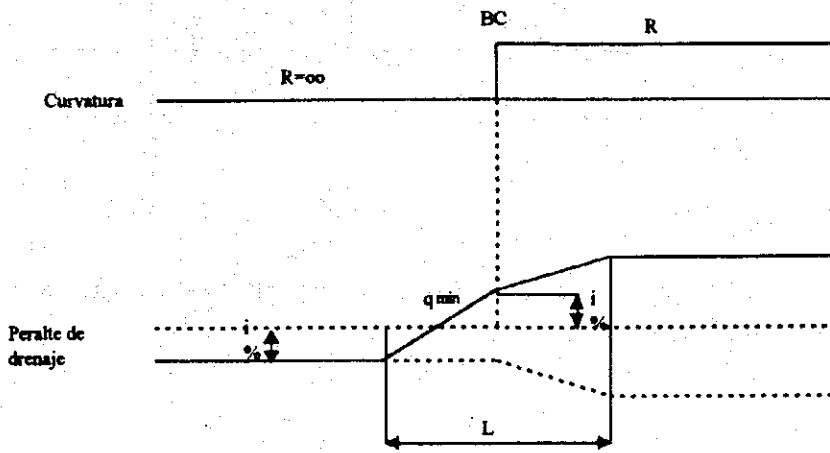
Peralte (%)	Radio de Curvatura, R_a (m)
8	$R_a \leq 40$
7	$40 \leq R_a < 60$
6	$60 \leq R_a < 80$
5	$80 \leq R_a < 110$
4	$110 \leq R_a < 150$
3	$150 \leq R_a < 190$
2.5	$190 \leq R_a < 380$

(iv) Peralte de drenaje

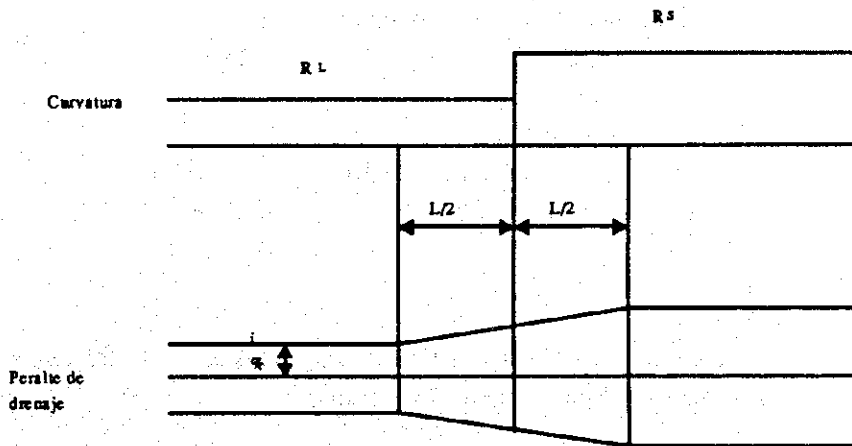
El peralte de drenaje se establece en 1/75 como máximo (q_{\min}) y en 1/300 como mínimo, basado en las normas AASHTO, RAL, y Japonesa.

La forma del peralte de drenaje se determina tal como se muestra a continuación, considerando los valores máximos y mínimos del peralte de drenaje.

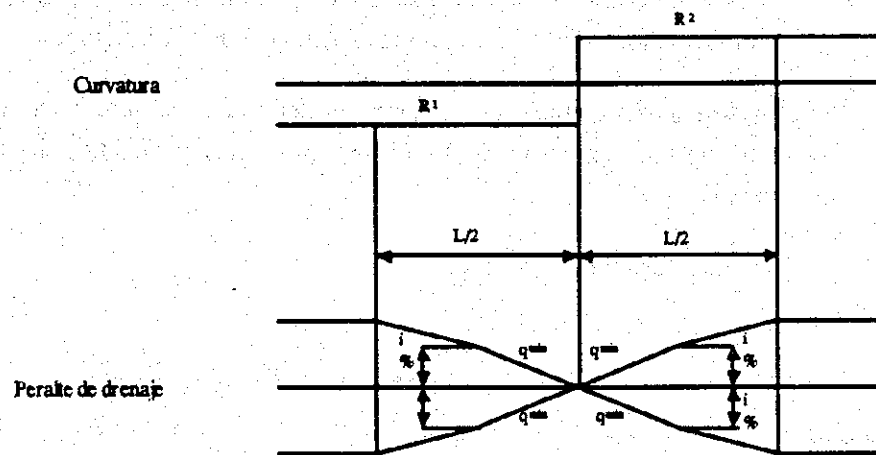
< Para el caso de un tramo recto >



< Para el caso de un tramo curvo >



< Para el caso de un tramo curvo en "S" >



(v) Obtención del Peralte

La obtención del peralte se da para un tramo que está determinado por el peralte de drenaje.

(f) Distancia visual

(i) Condiciones básicas

Las siguientes condiciones básicas deben cumplirse para determinar la distancia visual:

- distancia visual de frenado
 - altura de la visual del conductor: 1,15 m
 - altura del objeto: 0,15 m
- distancia visual para rebasar
 - altura de la visual del conductor: 1,15 m
 - altura del vehículo a rebasar: 1,37 m

(ii) Distancia visual

De acuerdo a las condiciones de arriba, la distancia de frenado requerida se determina mediante la siguiente fórmula:

$$D = V / 3,6 * t + V^2 / (2 * g * f * 3,6^2)$$

Donde, D : distancia visual de frenado (m)
 V : velocidad de diseño (=30 km/h)

- f : coeficiente de fricción entre el neumático y la superficie de la carretera (=0,44)
- t : tiempo de reacción (=2,5 s)
- g : aceleración de la gravedad (=9,8 m/s²)

por lo tanto,

$$D = 0,694 \cdot 30 + 0,00394 \cdot 30^2 / 0,44 = 29,9 \text{ m}$$

La distancia visual de frenado se determina en 30 m.

Para garantizar la distancia visual estimada para tramos curvos, se utiliza la siguiente fórmula que da la distancia entre el centro de la vía y el obstáculo:

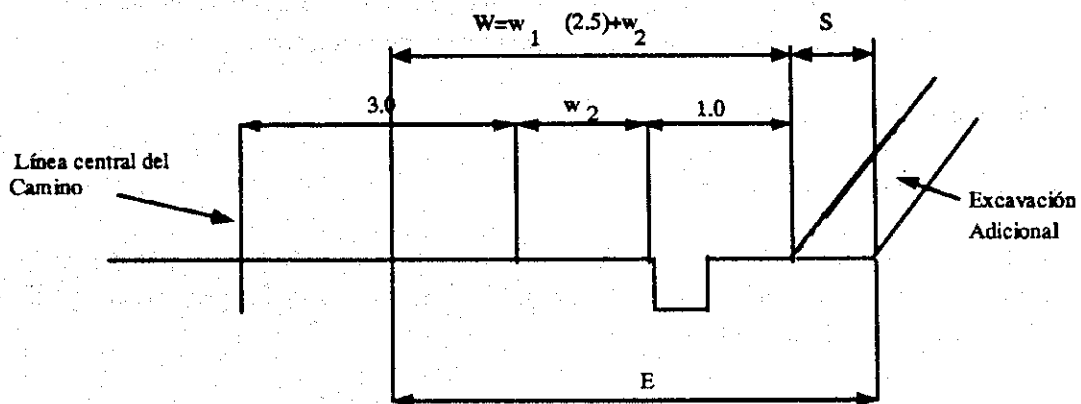
$$E = D^2 / 8R$$

donde, E : distancia entre el centro de la vía y el obstáculo que garantiza la distancia visual (m)

D : distancia visual (=30m)

R : radio de curvatura horizontal (Mín. 30 m para V = 30 km/h)

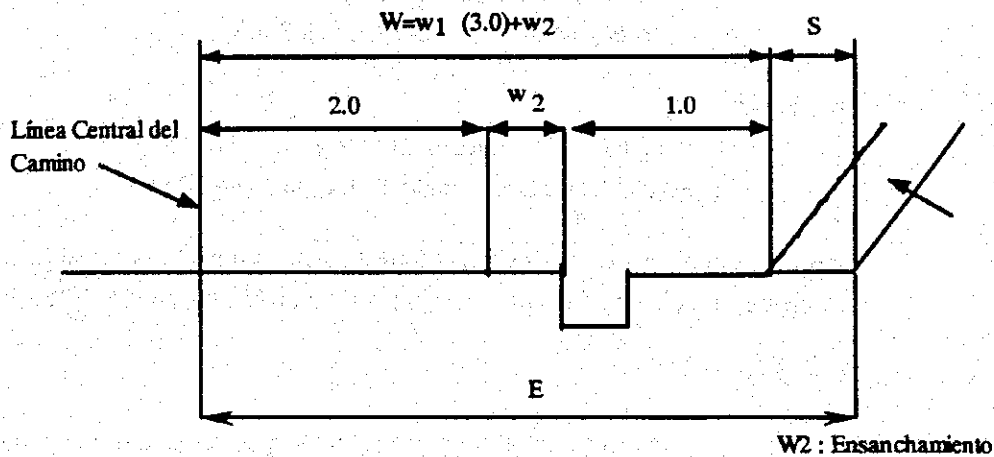
< Carreteras de acceso permanente >



W2 : Ensanchamiento

D (m)	R (m)	E (m)	w1 (m)	w2 (m)	W (m)	S (m)
30	30	3,75	2,5	0,750	3,25	0,50

< Carreteras de acceso temporal >



D (m)	R (m)	E (m)	w1 (m)	w2 (m)	W (m)	S (m)
30	30	3,75	3,00	0,00	3,00	0,75

Por lo tanto, no se necesita ampliar, para garantizar la distancia visual, tanto la carretera de acceso permanente como la carretera de acceso temporal.

(4) Alineamiento Longitudinal

(1) Longitud de la Curva Vertical

Se determina una longitud mínima de la curva vertical en consideración a: (i) la transición de impacto debido al cambio de gradiente vertical; (ii) garantizar la distancia visual ; y (iii) la prevención de la ilusión óptica.

(i) Longitud de la curva vertical requerida para la transición al impacto

En los puntos de cambio del gradiente vertical, se requiere que la curva vertical se inserte entre dos gradientes para atenuar el impacto que se ha creado debido al cambio del gradiente horizontal. En general, la longitud de la curva de transición se determina empíricamente usando la siguiente fórmula.

$$L = V^2 * (i_1 - i_2) / 360$$

Donde, L : longitud de la curva vertical (m)

V : velocidad de diseño (30 km/h)

(i₁-i₂) : valor absoluto de la diferencia de los gradientes verticales (%)

Por lo tanto, $L = 2,5*(i_1-i_2)$

(ii) Longitud de la curva vertical requerida para asegurar la distancia visual

La longitud de la curva vertical necesaria para asegurar la distancia visual se calcula de la siguiente manera:

- para la curva plana

$$L = D^2*(i_1-i_2)/398$$

- para la curva cóncava

$$L = D^2*(i_1-i_2)/2692$$

donde, L : longitud de la curva vertical (m)

D : distancia visual (=30 m)

(i_1-i_2) : valor absoluto de la diferencia entre gradientes verticales (%)

por lo tanto, $L = 2,3*(i_1-i_2)$ para tramos planos de curva

$L = 0,3*(i_1-i_2)$ para tramos cóncavos de curva

El valor máximo se escoge de entre los tres valores estimados en las fórmulas de arriba como el mínimo valor de la curva vertical, esto es $L = 2,5*(i_1-i_2)$

(iii) Prevención de la ilusión óptica

En caso de que (i_1-i_2) , el valor absoluto de la diferencia entre los gradientes verticales sea muy pequeño, la longitud mínima de la curva vertical queda muy corta y causa una ilusión óptica que aparece como un brusco alineamiento curvo. Por lo tanto la longitud mínima de la curva vertical deberá ser mayor al valor empíricamente determinado como la longitud que se pasa en 3 segundos.

Por lo tanto, $L = 30 \text{ km/h} * 3 \text{ s}/3600 \text{ s} = 25 \text{ m}$

Por lo que, la mínima longitud vertical se determina del modo siguiente:

$$L = 2,5*(i_1-i_2)$$

donde, L : mínima longitud vertical (m), y mayor a 25 m

(i_1-i_2) : valor absoluto de la diferencia entre los gradientes verticales (%)

(2) Radio de curvatura vertical

La curvatura vertical se expresa generalmente mediante la fórmula aproximada a la curva circular tal como se indica a continuación:

$$L_r = R \cdot (i_1 - i_2) / 100$$

$$R = 100 \cdot L_r / (i_1 - i_2)$$

- donde, R : radio de la curva vertical
L_r : longitud de la curva vertical (m)
(i₁-i₂) : valor absoluto de la diferencia entre los gradientes verticales (%)

El radio mínimo de la curva vertical se determina cuando la mínima longitud de la curva vertical es usada para entrar el mínimo valor de curva vertical, $L = 2,5 \cdot (i_1 - i_2)$ en L_r de la fórmula de arriba, del modo siguiente:

$$R = 100 \cdot 2,5 \cdot (i_1 - i_2) / (i_1 - i_2) = 250 \text{ m}$$

(c) Gradiente longitudinal

Los gradientes longitudinales, según las Normas de Diseño de Caminos Vecinales, se definen como se indica en la siguiente tabla:

Máxima Gradiente Longitudinal	Caso Normal	7,0 %	Longitud Maxima	1.000 m
	Caso excepcional.	8,0 %		500 m
		9,0 %		
	10,0 %			
Min. Gradiente Longitudinal		0,5 %		

(5) Gradiente Combinado

El gradiente sobre la superficie de una carretera se compone del gradiente transversal o peralte y el gradiente longitudinal y su gradiente combinado lo constituye siempre el de mayor inclinación. La dirección del gradiente combinado corresponde a la dirección del escurrimiento del agua superficial.

El gradiente combinado se estima mediante la siguiente ecuación:

$$S = \sqrt{i^2 + j^2}$$

- Donde, S : gradiente combinado (%)
 i : gradiente transversal o peralte (%)
 j : gradiente longitudinal (%)

De acuerdo a esto, el máximo gradiente combinado es 11,5 %, obtenido del máximo gradiente longitudinal de 8,0 % y del máximo peralte de 8,0 %, tal como se indica a continuación:

$$S = \sqrt{8,0^2 + 8,0^2} = 11,3 = 11,5\%$$

Sin embargo, en algunos casos especiales, el máximo gradiente combinado es igual a 12,5 %, cuando las condiciones son excepcionales.

(6) Secciones Transversales Típicas

Las secciones transversales típicas se determinan en base a los taludes de terraplén y excavación, a partir de un análisis técnico y económico, y tomando en cuenta el diseño del pavimento y el diseño del sistema de drenaje. Las secciones transversales típicas se clasifican en 4 tipos para los caminos de acceso y de dos tipos para los caminos de inspección, tal como se muestra en las Figuras 1.3 y 1.4.

(a) Pendiente de terraplén

- pendiente : 1 (V): 1,5 (H)
 espaldón : 2,0 m de ancho cada 5 m de altura

(b) Pendiente de excavación

Dos (2) tipos de pendiente de excavación existen dependiendo de la condición geológica, éstos son:

Condición Geológica	Pendiente
Suelo	1 : 1.0
Roca meteorizada y dura	1 : 0.5

Espaldón: 2,0 m de ancho cada 8 m de altura.

(c) Canal lateral

Se debe dejar un canal lateral al pie de un talud excavado, determinándose para el mismo un gradiente longitudinal de igual manera que la gradiente de la carretera.

El tamaño y tipo de canal lateral será determinado basado en los criterios del "Diseño de Estructuras de Drenaje", establecido en la subsección 1.4.4.4 de este documento.

(d) **Pavimento**

El espesor del pavimento para la capa de la subrasante se determina basado en los valores CBR de las Normas de Diseño de Caminos Vecinales, tal como se indica en la subsección 1.4.4.3 de este documento

1.4.4.3 **Diseño de Pavimento**

Conforme se mencionó en la Subsección 1.4.4.1, se utilizará pavimento tanto en los caminos de acceso permanente y temporales como en los caminos de inspección del Proyecto.

- (i) Caminos con capa granular de rodadura sin revestimiento para demandas de tráfico de hasta 100 vehículos por día, cuando se trate de vías de inspección.
- (ii) Caminos con capa granular de rodadura sin revestimiento, colocada sobre una capa de refuerzo con material seleccionado, para demandas de tráfico del orden de 250 vehículos por día, en caminos de acceso permanente y temporal.

(1) **Valores CBR de Diseño**

La clasificación de los suelos, las condiciones climáticas y el régimen de humedad imperante en el subsuelo permiten la selección más apropiada de los valores representativos del valor soporte (CBR) de diseño para una sección homogénea del camino.

(2) **Método de Diseño**

Para la determinación de los espesores de cada una de las capas, se seguirán los siguientes pasos:

- a) Análisis de tráfico para obtener como resultado el número acumulado de repeticiones del eje equivalente de 18 Kip durante el periodo de construcción. Análisis de suelos y determinación del valor soporte de la subrasante; como resultado se tendrá la selección de un valor CBR de diseño.
- b) Estudio de las fuentes de materiales pétreos disponibles en la zona del Proyecto; el resultado será la determinación y ubicación de las minas adecuadas para cumplir con los requerimientos.
- c) Utilización de las curvas y conceptos de diseño estipulados en la sección VI del Manual de Diseño de Caminos Vecinales, 1984, establecido por el Ministerio de Obras Públicas del Ecuador.

(3) Determinación de Espesores

Se considerarán tres casos específicos para la determinación de los espesores de cada capa, de acuerdo al valor soporte que se asuma para la subrasante

- (i) Cuando el CBR sea igual a 3% o menor a este valor
- (ii) Cuando el CBR varíe entre 3% y 12%
- (iii) Cuando el CBR sea mayor a 12%

(a) Caminos de inspección

De acuerdo con la Fig.VI-7 del Manual del MOP de 1984, se obtuvieron los siguientes espesores:

Caso A:	CBR de diseño: $\leq 3\%$	
	Número de repeticiones del eje equivalente:	37.000
	Espesor total de material granular con CBR mayor que 30:	32 cm
	Se asume	35 cm (compactados en dos capas < 20 cm)
Caso B:	CBR de diseño: $> 3\% \leq < 12\%$	
	Número de repeticiones del eje equivalente:	37.000
	Espesor total de material granular con CBR mayor que 30:	18 cm
	Se asume	20 cm
Caso C:	CBR de diseño: $> 12\%$	
	Número de repeticiones del eje equivalente:	37.000
	Espesor total de material granular con CBR mayor que 30:	12,5 cm
	Se asume	15 cm

(b) Caminos de acceso permanentes y temporales

De acuerdo con la Fig.VI-8 del Manual del MOP de 1984, se obtuvieron los siguientes espesores:

Caso A:	CBR de diseño: $\leq 3\%$	
	Número de repeticiones del eje equivalente:	100.000
	Espesor de material seleccionado con CBR mayor que 60:	15 cm
	Espesor de material de mejoramiento de subrasante	

	con CBR = 12:	35 cm
	Espesor total del pavimento	50 cm
Caso B:	CBR de diseño: $> 3\%$ y $\leq 12\%$	
	Número de repeticiones del eje equivalente:	100.000
	Espesor de material seleccionado con CBR mayor que 60:	15 cm
	Espesor de material de mejoramiento de subrasante con CBR = 12:	20 cm
	Espesor total del pavimento	35 cm
Caso C:	CBR de diseño: $> 12\%$	
	Número de repeticiones del eje equivalente:	100.000
	Espesor de material seleccionado con CBR mayor que 60:	15 cm
	Espesor total del pavimento	15 cm

1.4.4.4 Diseño de Drenaje

(1) Cunetas de drenaje

(a) Intensidad de la Precipitación para el Diseño

La Figura 1.5 muestra las curvas intensidad-duración frecuencia de la precipitación en la Zona 1, las cuáles se tomarán en cuenta en el diseño de las cunetas de drenaje.

En el diseño, la duración del temporal está determinada como el tiempo de acumulación de 10 minutos. En términos de la probabilidad de ocurrencia del temporal de diseño, se seleccionan los siguientes criterios para los respectivos caminos de acuerdo a su función, importancia, etc.

Camino	Período de Retorno (años) para el diseño de cunetas
Camino de Acceso	5

La intensidad del respectivo temporal de diseño puede ser leído de las curvas de la Figura 1.5 de acuerdo a los criterios de duración de los 10 minutos y la probabilidad de ocurrencia arriba señalada. Las intensidades de precipitación se tabulan de la siguiente manera:

Intensidad de la Precipitación para el diseño de las cunetas de drenaje (duración de 10 minutos)

Unidad : mm/hora	
Zona	Camino de Acceso (5 años)
1	160

(b) Escorrentía

Los caudales máximos de avenidas considerados en el diseño se estiman en base a la siguiente fórmula práctica:

$$Q = 1/3,6 * C * I * A$$

- Donde, Q : Caudal pico de diseño (m³/s)
 C : coeficiente de escorrentía
 I : intensidad del temporal de diseño (mm/h)
 A : área de drenaje (km²)

Los coeficientes de escorrentía, para el diseño de las cunetas de drenaje, son los valores que se dan a continuación:

Tipo de superficie del área de drenaje	Coeficiente de Escorrentía	
	Mínimo	Máximo
Pavimento de cemento o asfáltico	0,75	0,95
Pavimento asfáltico de agregado grueso o fino	0,65	0,80
Pavimento de agregado fino, grueso, etc	0,25	0,60
Suelos arenosos, de cultivos o con poca vegetación	0,15	0,30
Suelo arenoso, montañoso o de gruesa vegetación	0,15	0,30
Grava, sin o con escasa vegetación	0,20	0,40
Grava, monte o escasa vegetación	0,15	0,35
Suelo arcilloso, sin o con escasa vegetación	0,35	0,75
Suelo arcilloso, monte o abundante vegetación	0,25	0,60

El área de drenaje está definida como aquella en la cuál la precipitación escurre hacia la cuneta de drenaje, esto es, el área de la superficie del camino más los taludes excavados que atraviesan zonas de drenaje natural.

(2) Estructuras de cruce

(a) Intensidad de la Precipitación para el diseño

Para el diseño de la infraestructura de drenaje tales como alcantarillas y puentes con una área de drenaje inferior a los 5 km² (=500 ha), el tiempo de concentración del caudal a

través del curso del río para la duración del temporal de diseño será calculado mediante la siguiente fórmula:

$$T_c = 0,0195*(L^3/H)^{0,385} \text{ (práctica Californiana de diseño de Alcantarillas)}$$

Donde, T_c : tiempo de concentración (min)
 L : longitud del curso principal del río (m)
 H : diferencia de nivel (m) entre el punto más remoto del área de drenaje y el sitio de la estructura.

Si el área de drenaje en el sitio de la estructura es inferior a los 5 km², un valor de la precipitación de diseño se podrá leer en la Figura 1.5 para el correspondiente valor de la duración de la intensidad calculado con la fórmula de arriba. En caso de que el área de drenaje sea mayor que los 5 km², se escoge una duración de la precipitación de diseño igual a 1 hora.

La probabilidad de ocurrencia de una precipitación se determina, de acuerdo al tipo de camino y considerando su función, por medio de la siguiente tabla.

Camino	Período de Retorno (años) para el diseño de cruces
Camino de Acceso	5

(b) Escorrentía

El diseño de los caudales pico de avenidas para las estructuras de cruce se estiman usando una fórmula racional como la usada en el diseño de las cunetas de drenaje, cuando el área de drenaje sea inferior a los 5 km².

El área de drenaje se mide en los planos topográficos, escalas 1:50.000; 1:25.000; 1:10.000 y 1:5.000. El coeficiente de escorrentía se toma como un valor constante igual a 0,4 para toda el área de drenaje.

Para estructuras de cruce con áreas de drenaje superiores a los 5 km², se aplica el modelo de cálculo de escorrentía HYMO, utilizando un valor de diseño para la precipitación y un tiempo de duración tal como los arriba especificados.

El modelo HYMO no es otra cosa que el método de los Hidrogramas de Crecida del Modelo Hidrológico del Departamento de Investigaciones Agrícolas del Departamento de Agricultura de los EE.UU. El modelo se explica brevemente en el ANEXO 2 "Hidrología"

del Informe Intermedio del estudio, y los detalles se pueden referir al "Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA), 1986, Diseño y Construcción de Pequeños Embalses, Madrid - España".

(3) Dimensiones de las Estructuras de Drenaje

Basado en los criterios de diseño de los caudales de avenida establecidos en las subsecciones 1.4.4.1 y 1.4.4.2, las dimensiones de las estructuras de drenaje se realiza aplicando la fórmula de Manning, que se describe a continuación:

$$Q_a = 1/n * R^{2/3} * i^{1/2} * A$$

Donde, Q_a : escorrentia permisible (m^3/s por sobre el caudal pico de diseño (Q))
 n : coeficiente de rugosidad
 R : radio hidraulico medio (m)
 i : gradiente de energía o pendiente de la línea de flujo (m/m)
 A : área transversal del flujo (m^2)

1.5 Normas de Dibujo

(1) Descripción general

Estas normas de dibujo se han preparado para estandarizar el formato de las láminas, simplificando varios detalles de trabajo de dibujo y asegurando uniformidad de presentación, tamaño y estilo.

(2) Tamaño del dibujo

Por uniformidad y conveniencia, el tamaño estándar general para los dibujos de diseño es de 821 mm por 574 mm ó tamaño A-1 con una tarjeta de títulos aprobada.

(3) Escala

Las escalas varían de acuerdo al propósito de los dibujos. Se provee una escala gráfica en todos los dibujos. En caso de que sea necesario utilizar más de una escala, todas las vistas de la misma escala estarán agrupadas y se proveerá una escala gráfica para cada grupo. El formato estándar de la escala gráfica se muestra en un dibujo aprobado.

Escala adoptada:

2/5.000	1/4.000	1/2.000	1/1.000	1/500	1/400
	1/300	1/100	1/00	1/50	1/30
1/20					
	1/10	1/5	1/2		

(4) Unidad de dimensiones

Las dimensiones de las estructuras se expresan en milímetros, pero aquellas de los caminos se expresan en centímetros excepto por las distancias acumuladas que se indican en metros a menos que se indique de otra manera.

(5) Líneas y letras

Las líneas primordialmente se dividen en cinco tipo de espesores. El espesor de cada línea y su uso se muestran en la Figura 1.6

Las letras mayúsculas se utilizan en las explicaciones del título ó subtítulo tales como Título de Estructura, Planta, Perfil, Sección, etc. La norma para el uso de las letras se ilustra en la Figura 1.7.

(6) Número de estación

En los dibujos de secciones longitudinales y transversales, el número de la sección incrementa de izquierda a derecha para la presa y estructuras afines y de aguas arriba hacia aguas abajo para cauces.

(7) Vistas seccionales

Se proveen vistas seccionales a fin de explicar la forma de las secciones u otras partes del detalle. Una vista seccional muestra una sección la cual puede verse hacia la dirección que muestra una flecha. Una flecha con una letra mayúscula indicando la dirección comúnmente se coloca fuera de las líneas de dimensiones.

(8) Abreviaturas

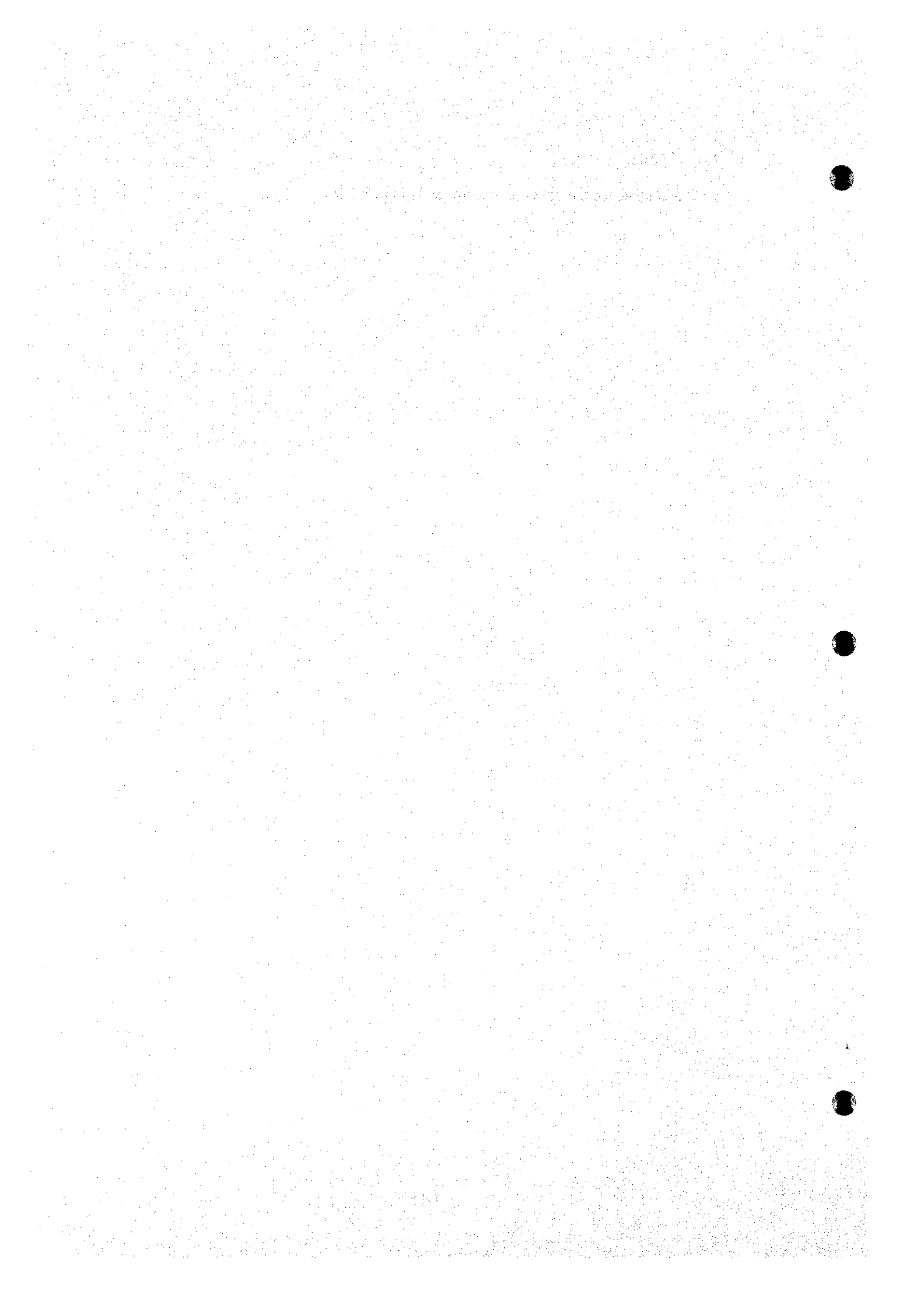
Las abreviaturas utilizadas en los dibujos detallados se muestran en la Tabla 1.1.

(9) Leyendas, notas y referencias

Las leyendas, notas y referencias deberán ocupar, el espacio inmediatamente superior a la tarjeta del título. El ancho del espacio en general será de 15 cm como se muestra en la Figura 1.8.

(10) Símbolos

El detalle de los símbolos se muestra en la Figura 1.9.



2. EQUIPO HIDROMECHANICO

2.1 Generalidades

El equipo hidromecánico a ser instalado en este esquema corresponde al que a continuación se describe.

(1) Estación de Bombeo Severino

- Bombas y equipo auxiliar
- Tubería de carga
- Rejilla

(2) Entrada Conguillo

- Válvulas de entrada

(3) Entrada Poza Honda

- Válvulas de entrada
- Rejilla

2.2 Normas a Aplicarse

El diseño sigue las "Normas de Diseño para Estaciones de Bombeo" publicadas por el Departamento de Mejoramiento Agrícola del Ministerio de Agricultura, Bosques y Pesca del Japón y "Las Normas Técnicas para Compuertas y Tuberías de Carga" publicada por la Asociación de Compuertas y Tuberías de Carga del Japón". Las Normas de Diseño No. 7 (Válvulas, Compuertas y Conducciones de Acero) emitida por la Oficina de Reclamos de los Estados Unidos, también se mencionan.

Para el tipo de materiales y construcción de las obras, se adoptaron básicamente las Normas Industriales del Japón (JIS).

2.3 Rubros de Trabajo y sus Funciones

(1) Bombas y equipo auxiliar

El objeto de la bomba es suministrar agua desde La Esperanza a Poza Honda para mantener el nivel óptimo de agua del embalse correspondiente a la demanda hídrica bajo una operación integrada de los embalses.

(2) Tubería de carga

La función de la tubería de carga es conducir agua desde la Estación de Bombeo Severino hasta el Tanque de carga Severino.

(3) Válvulas de entrada

La función de las válvulas de entrada es regular la admisión de agua para mantener un nivel óptimo de agua en el embalse correspondiente a la demanda hidrica bajo una operación integrada de los embalses.

(4) Compuertas de salida/tableros de cierre

La función de las compuertas de salida/tableros de cierre es cerrar el túnel de derivación para protegerlo en contra del remanso creado durante avenidas y para inspección y mantenimiento.

(5) Rejillas

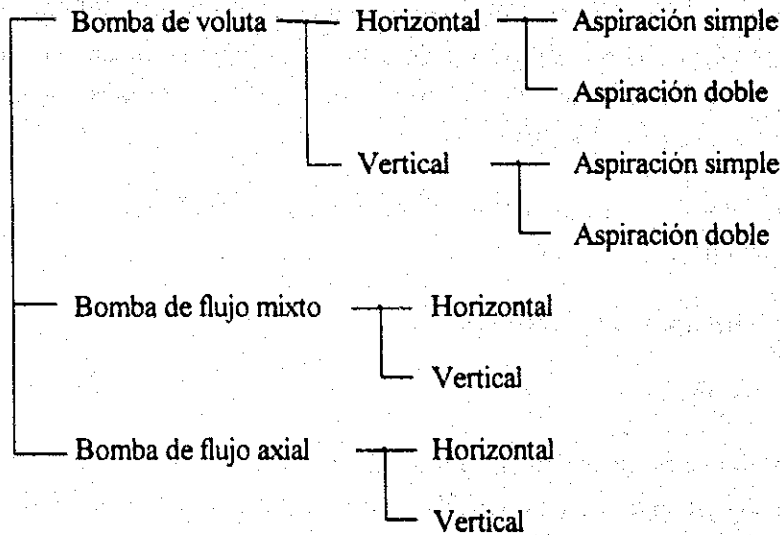
El objeto de las rejillas es evitar la entrada de materiales dañinos hacia el interior de las bombas y válvulas de entrada.

2.4 Selección del Tipo de Componente

(1) Tipo de bomba

El tipo de bomba se determina de acuerdo al tipo de función requerida, a la carga y caudal de bombeo y desde el punto de vista económico.

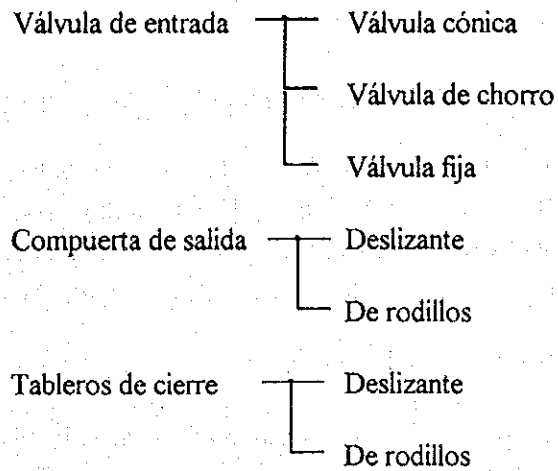
Los siguientes tipos son adoptados generalmente (ver Figuras 2.1).



(2) Tipo de válvulas y compuertas

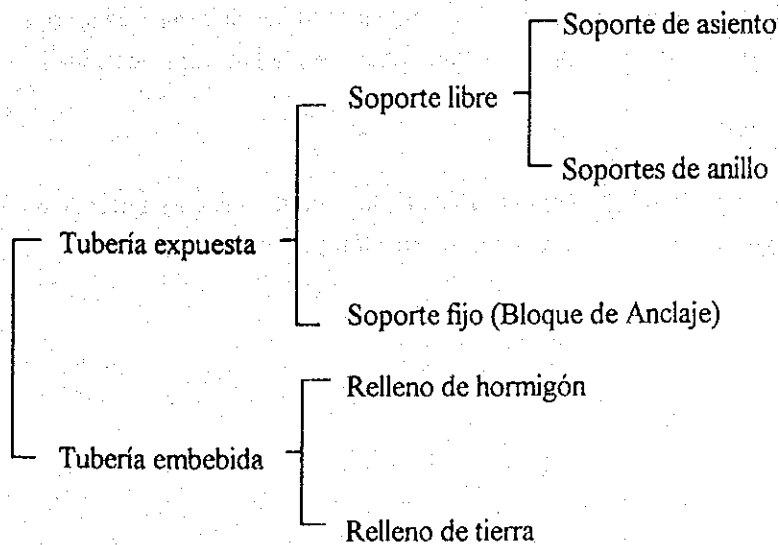
Los tipos de válvulas y compuertas serán determinados desde los puntos de vista del objeto, función, frecuencia de operación, sitio de instalación, conveniencia de operación y mantenimiento, etc, y desde el punto de vista económico

Los siguientes tipos son adoptados generalmente.



(3) Tipos de Tubería de Carga

Existen dos (2) tipos de tuberías de carga, v.g, expuestas y embebidas, y se clasifican de la siguiente manera:



2.5 Planteamiento de Diseño

El diseño básico se empieza usualmente seleccionando las dimensiones fundamentales de acuerdo a los requerimientos básicos y realizando un estudio de aproximaciones sucesivas sobre las alternativas hasta encontrar el tipo y tamaño apropiado desde el punto de vista técnico y económico.

Los procedimientos del diseño básico incluyendo aquellos requeridos para la terminación de las obras se resumen en la Figura 2.2.