

**ANNEXO C**

**DESEÑO DE PAVIMENTO**

## ANEXO C DISEÑO DE PAVIMENTO

### (I) Diseño de la Estructura del Pavimento

El diseño de la estructura del pavimento fue realizado de acuerdo a la "Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento - AASHTO (1986)" (Guide for Design of Pavement Structure). El método de diseño estipulado, se muestra esquemáticamente en la Figura A.C.1.

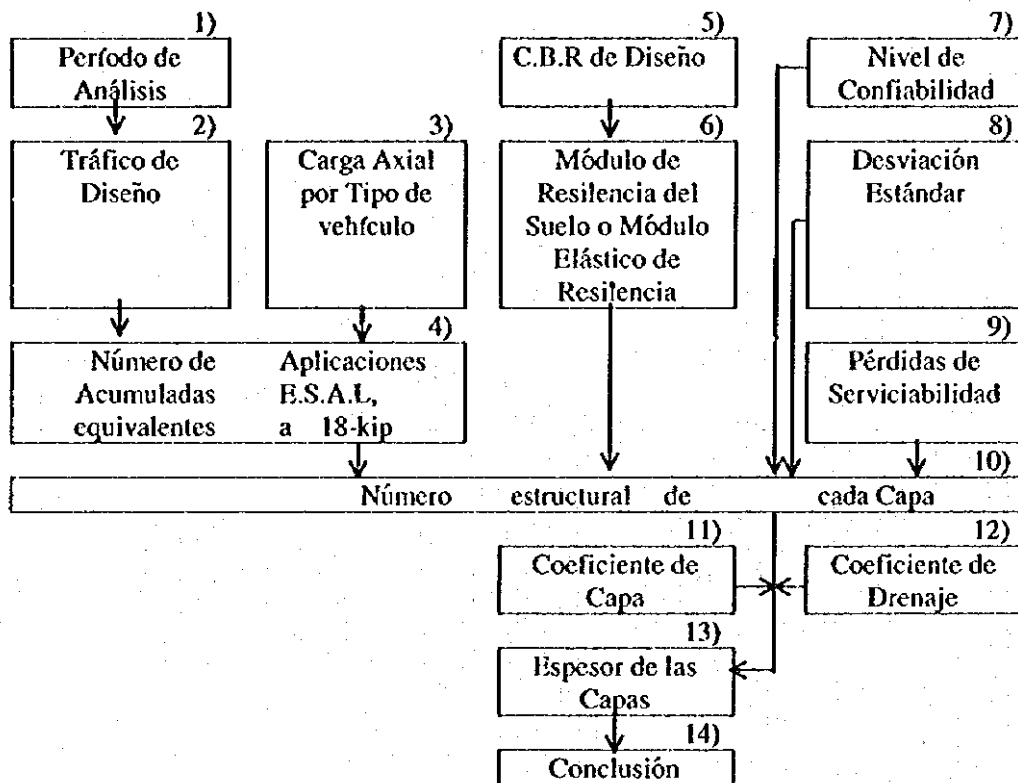


Figura A.C.1 Procedimiento para el Diseño de Pavimento (AASHTO)

#### 1) Período de Análisis

El período de análisis del diseño del pavimento se consideró de diez (10) años, desde que las carreteras comiencen a funcionar.

#### 2) Tráfico de Diseño

El tráfico de diseño es el volumen de tráfico acumulado durante el período de análisis, y éste se expresa por tipo de vehículos. En este caso, el tráfico de diseño fue calculado para el período del año 2005 a 2015, aunque la finalización del desarrollo del estudio de carreteras se estimó que será en el año 2002, como se describe después. Esta

estimación proviene de la estimación de la demanda futura de tráfico en el año objetivo, descrito en el Capítulo 5, y la influencia de éste en el resultado del diseño del pavimento y en el aspecto de la seguridad, será pequeña.

El tráfico de diseño calculado, basado en la estimación del volumen de tráfico para el año 2005 y 2015, resumidos en la Tabla 5.5.1, se muestran en la Tabla A.C.1.

**Tabla A.C.1 Tráfico de Diseño**

(unidad: vehículos)

Sección de Carretera	Vehículo de Pasajeros	Autobús	Camión
Paraguay - Rfo Tebicuary-mf	5,288,850	1,153,400	4,387,300
Rfo Tebicuary-mf - Villarrica	3,878,125	1,084,050	3,221,125
La Colmena - Tebicuary	1,036,600	740,950	417,925

Nota: 1) La división de la sección de la carretera coincide con el valor del CBR de la subrasante en 6-4-3, (1), 5).  
 2) El tráfico de diseño para cada sección de la carretera ha sido calculado para el segmento de la carretera, donde el volumen de tráfico estimado muestra ser en máximo en la sección.

### 3) Carga Axial de Cada Tipo de Vehículo

De acuerdo a este método de diseño, es necesario, primero conocer la carga axial por tipo de vehículo del tráfico actual, y luego convertirlo a carga axial simple equivalente a 18-kip (ESAL). Sin embargo, no hay dato confiable de carga axial del tráfico actual en Paraguay, por lo tanto, el dato obtenido del tráfico en las principales carreteras en Japón, se muestran en la Tabla A.C.2 y fue aplicado en este caso.

**Tabla A.C.2 Distribución de la Carga Axial por Tipo de Vehículo**

(unidad : toneladas)

Tipo de Vehículo	Peso Total	Relación de Carga Axial		Distribución de Carga	
		Rueda Delantera	Rueda Trasera	Rueda Delantera	Rueda Trasera
Vehf. de Pasajeros	1.30	0.501W+0.03	0.498W-0.03	(S) 0.6813	(S) 0.6174
Autobús	13.80	0.376W-0.464	0.624W+0.464	(S) 4.7248	(S) 9.0752
Camión	17.00	0.109W+3.22	0.891W-3.22	(S) 5.073	(T) 11.927

Note: W= Peso Total, (S)= Eje Simple, (T) = Eje Tandem

### 4) Valor Acumulado de la Carga Axial Simple Equivalente a 18-kip (ESAL)

Primero, aplicando los valores de la Tabla A.C.2, el Factor ESAL para cada tipo de vehículo fue calculado y se muestra en la Tabla A.C.3.

**Tabla A.C.3 Cálculo del Factor ESAL Total**

Tipo de Vehículo	Eje	Carga Axial		Factor ESAL	
		toneladas	kips	Por eje	Total
Vehículo de Pasajeros	Delantero (S)	0.6813	1.5	0.0002	0.0004
	Trasero (S)	0.6174	1.4	0.0002	
Autobús	Delantero (S)	4.7248	10.4	0.0880	1.5980
	Trasero (S)	9.0752	20.0	1.5100	
Camión	Delantero (S)	5.073	11.2	0.1890	0.9170
	Trasero (T)	11.927	26.3	0.3640 × 2	

Note: 1) kips = kilo-libras

2) El Factor ESAL por eje en la quinta columna viene de la Tabla D.4 y D.5 de la Guía de la AASHTO (1986), asumiendo que la serviciabilidad y el número estructural son 2.5 y 5.0, respectivamente. La Guía dice: "En muchos casos, tales valores asumidos provienen de información suficientemente segura para los propósitos de diseño".

Usando el Factor ESAL Total, calculado arriba, el ESAL de Diseño y el ESAL Acumulado equivalente a 18-kip para cada sección fueron obtenidos de la siguientes manera:

**Tabla A.C.4 ESAL de Diseño y ESAL Acumulado por Sección**

Tramo	Tipo de Vehículo	Tráfico de Diseño (A)	Factor ESAL (B)	ESAL de Diseño (A × B)	ESAL Acumulado 18-kip ESAL
Paraguari - Rfo Tebicuary-mf	Vehf. de Pasajeros	5,288,850	0.0004	2,116	
	Autobús	1,153,400	1.5980	1,843,133	
	Camión	4,387,300	0.9170	4,023,154	
	Total			5,868,403	
Rfo Tebicuary-mf - Villarrica	Vehf. de Pasajeros	3,878,125	0.0004	1,551	
	Autobús	1,084,050	1.5980	1,732,312	
	Camión	3,221,125	0.9170	2,953,772	
	Total			4,687,635	
La Colmena - Tebicuary	Vehf. de Pasajeros	1,036,600	0.0004	415	
	Autobús	740,950	1.5980	1,184,038	
	Camión	417,925	0.9170	383,237	
	Total			1,567,690	

Nota : (ESAL Acumulado 18-kip) = (ESAL de Diseño) × D<sub>D</sub> × D<sub>L</sub>

donde, D<sub>D</sub> = Factor de Distribución Direccional = 0.5, D<sub>L</sub> = Factor de Distribución por Carriles = 1.0

### 5) CBR de la Subrasante

En cuanto a l método de construcción de movimiento de tierra, la capa de la subrasante entra 50 y 100 cm de espesor, está considerada a ser construida por suelo de alguno banco de préstamo.

De acuerdo al resultado del estudio en las áreas candidatas para préstamo de material, a lo largo de la carretera del estudio, descrita en la siguiente sección, 6-4-3 (2), los valores del CBR de la subrasante fueron predichos. Esto es, suelo clasificado como A-1, A-3 y A-2-4, en otras palabras, el suelo indicado con un símbolo "S" en la Figura 6.4.8, fue considerado a tener un valor CBR igual a 6, y otro tipo de suelo del banco de préstamo fue considerado a tener solamente 4 de valor CBR. Examinando tramo por tramo de la

carretera, el balance requerido del volumen de la subrasante y la posibilidad de obtener volumen necesario del banco de pestamo in los alrededores, el tipo de material de la subrasante fue pronosticado y el valor del CBR de éste fue determinado por tramo como se muestra a continuación:

**Tabla A.C.5 CBR de la Subrasante**

Tramo	CBR
Paraguari - Rfo Tebicuary-mf	6
Rfo Tebicuary-mf - Villarrica	4
La Colmena - Tebicuary	4

Nota: Entre las rutas alternativas, la condición de arriba se considera la misma.

**6) Módulo Elástico de Resiliencia (Mi)**

La Gufa de la AASHTO recomienda calcular el Modulo Elastico de Resiliencia de la subrasante ( $M_R$ ), de la capa base ( $M_B$ ) y de la capa subbase ( $M_S$ ) de acuerdo a las siguientes ecuaciones y tablas:

a) Subrasante del Camino  $M_R$

$$M_R = 1,500 \times \text{CBR (psi)}$$

donde; CBR = CBR valor del lecho del camino (%)

b) Base y Subbase,  $M_B$  y  $M_S$

$$M_i = K_1 \times \Theta_i^{K_2}$$

donde;  $\Theta_i$  = estado de esfuerzo (Tabla A.C.6),

$K_1, K_2$  = valor constante de regresión, relacionado al tipo de material (Tabla A.C.7)

**Tabla 6.4.7 Valor recomendado del Estado de Esfuerzo  $\Theta_i$**

Espesor de la Capa de Asfalto (pulgadas)	$\Theta_B$ para Base			$\Theta_S$ para Subbase
	$M_R = 3,000$	$M_R = 7,500$	$M_R = 15,000$	
Menor que 2	20	25	30	10
2 - 4	10	15	20	7.5
4 - 6	5	10	15	5
Mayor que 6	5	5	5	5

**Tabla 6.4.8 Constantes de regresión  $K_1, K_2$**

Condición de Humedad	para Base		para Sub-base	
	$K_1$	$K_2$	$K_1$	$K_2$
Seca	6,000 - 10,000	0.5 - 0.7	6,000 - 8,000	0.4 - 0.6
Húmeda	4,000 - 6,000		4,000 - 6,000	
Mojada	2,000 - 4,000		1,500 - 4,000	

De acuerdo a esta recomendación, el Módulo Elástico de Resiliencia  $M_i$ (psi) de cada capa fue calculado. Los resultados se resumen en la Tabla A.C.8.

**Tabla A.C.8 Módulo Elástico de Resiliencia  $M_1$**

(unidad : psi)

Road Section	Subrasante		Sub-base				Base			
	CBR	$M_R$	$\Theta_s$	$K_1$	$K_2$	$M_s$	$\Theta_B$	$K_1$	$K_2$	$M_B$
Paraguari - Rfo Tebicuary-mf	6	9,000	5.0	7,000	0.5	15,650	11.0	8,000	0.6	33,720
Rfo Tebicuary-mf - Villarrica	4	6,000					8.3			28,480
La Colmena - Tebicuary	4	6,000					8.3			28,480

**7) Confiabilidad (R)**

La Guía de la AASHTO recomienda que el valor de la Confiabilidad para arterias principales en el área rural tal como la carretera del estudio, será de 75% a 95%. En este caso, el valor de 85% fue aplicado.

**8) Desviación Estándar ( $S_o$ )**

En el diseño de pavimento flexible, el valor de la Desviación Estándar puede ser considerado a ser 0.45.

**9) Pérdidas por Serviciabilidad ( $\Delta PSI$ )**

Las Pérdidas por serviciabilidad pueden ser obtenidas de la siguiente fórmula:

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

donde,

$P_o$  = Serviciabilidad Inicial (la Guía de la AASHTO recomienda un valor de 4.2 para pavimentos flexibles)

$P_t$  = Serviciabilidad Final o Terminal (la Guía de la AASHTO recomienda un valor de 2.5 para arterias principales)

Así,  $\Delta PSI = 4.2 - 2.5 = 1.7$

**10) Número Estructural ( $SN_i$ )**

Basados en los valores del ESAL Acumulado (18-kip), el Módulo Elástico de Resiliencia, Confiabilidad, Desviación Estándar y Pérdidas por Serviciabilidad, el Número Estructural puede obtenerse usando un nomograma preparado en la Guía. El Número estructural obtenido por tramo y por capas está resumido en la Tabla A.C.9 y los nomogramas utilizados se muestran en las Figuras A.C.2 - A.C.10.

**Tabla A.C.9 Número Estructural ( $SN_i$ )**

Capa	Paraguari - Rfo Tebicuary-mf	Rfo Tebicuary-mf - Villarrica	La Colmena - Tebicuary
Subrasantell	3.7	4.2	3.5
Sub-base	3.0	2.8	2.5
Base	2.3	2.4	2.0

Paraguay - Rio Tebicuary-mi: Road bedsoil

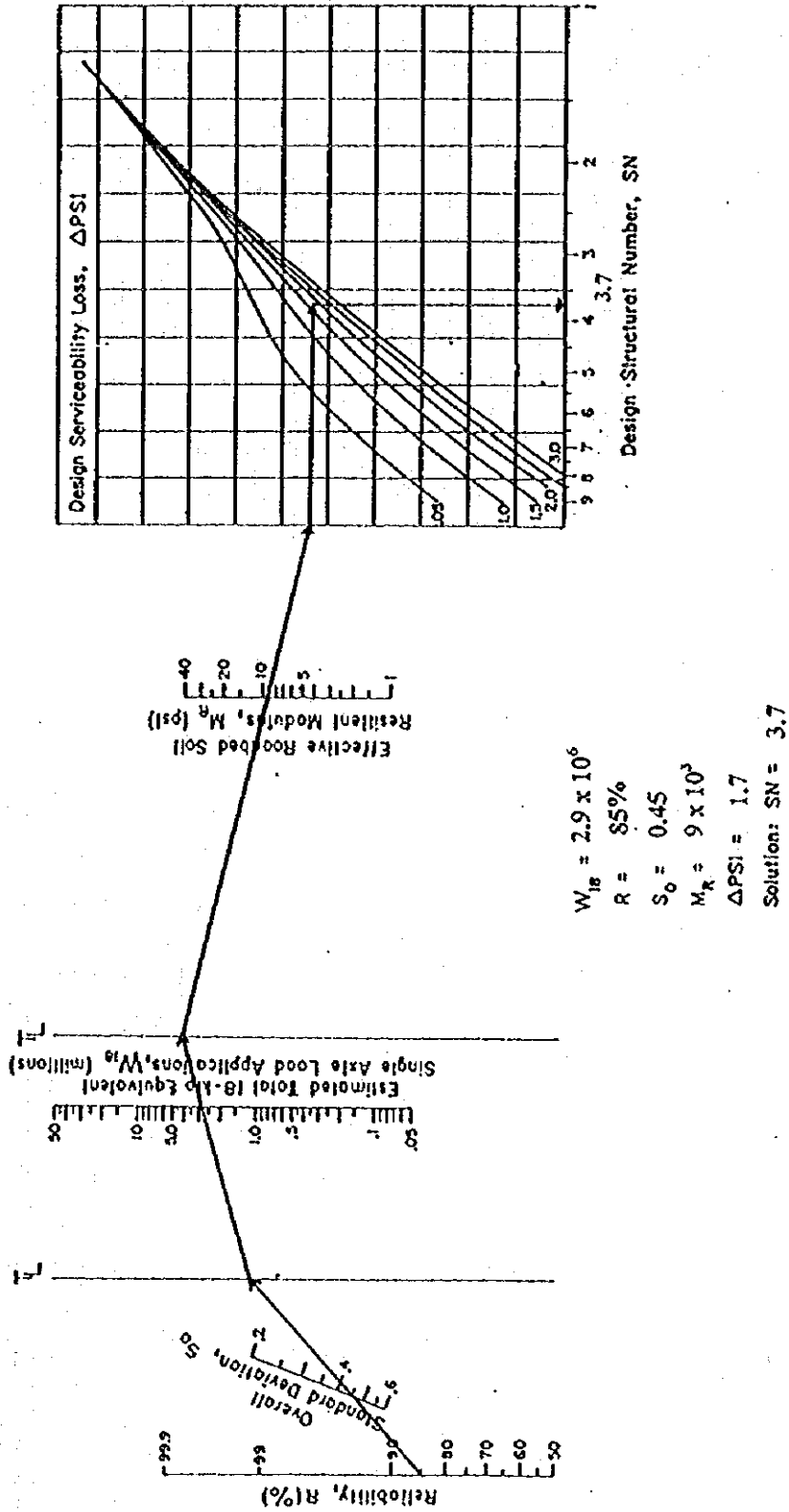


Figura A.C.2 Cuadro de Diseño para los Pavimentos Flexibles Basados en Valores Promedios Usados para cada entrada

Paraguay - Rio Tobicuary-mi : Sub-base

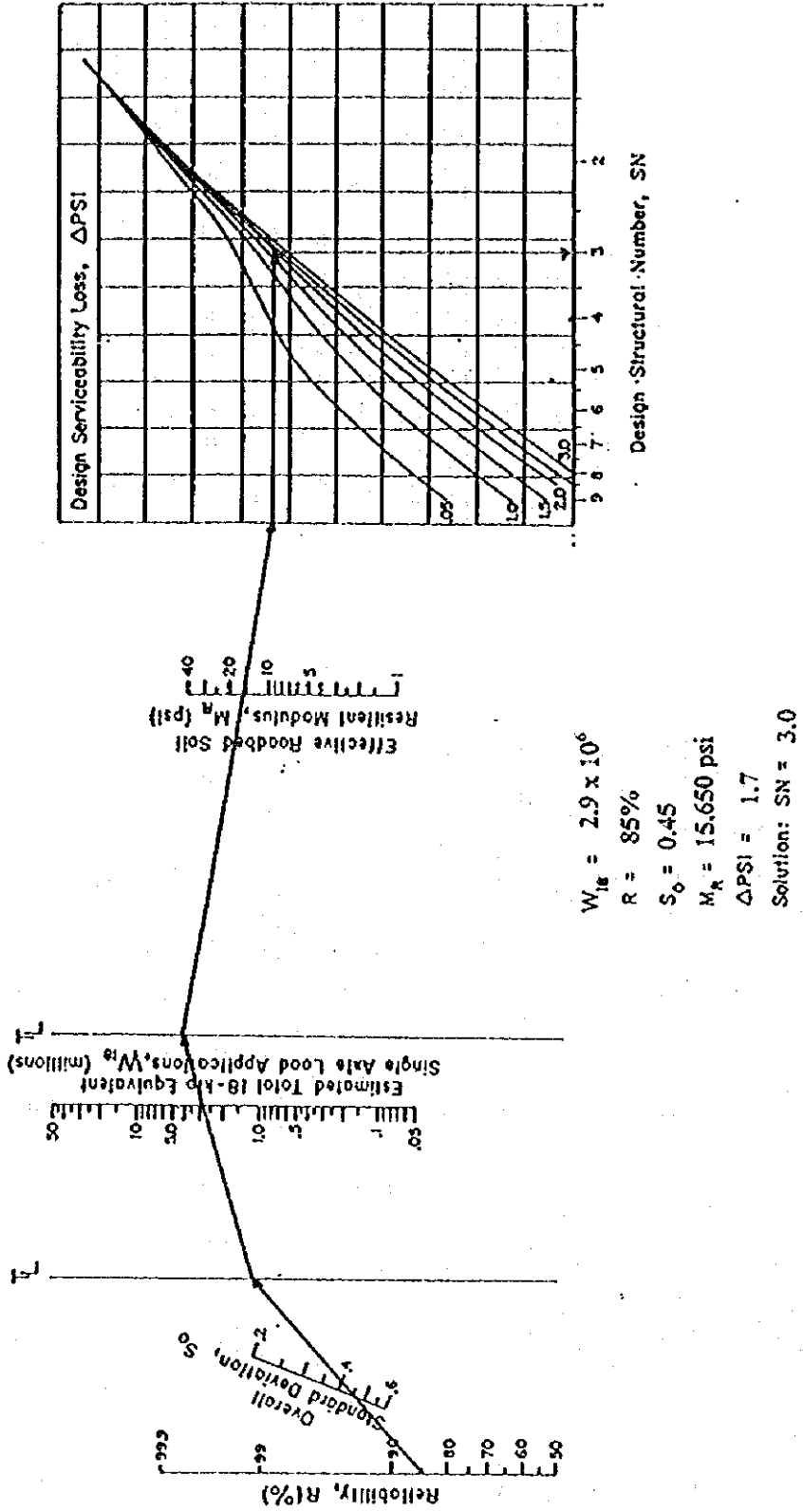


Figura A.C.3 Cuadro de Diseño para los Pavimentos Flexibles Basados en Valores Promedios Usados para cada entrada



Paraguay - Rio Tebicuary-mi : Base

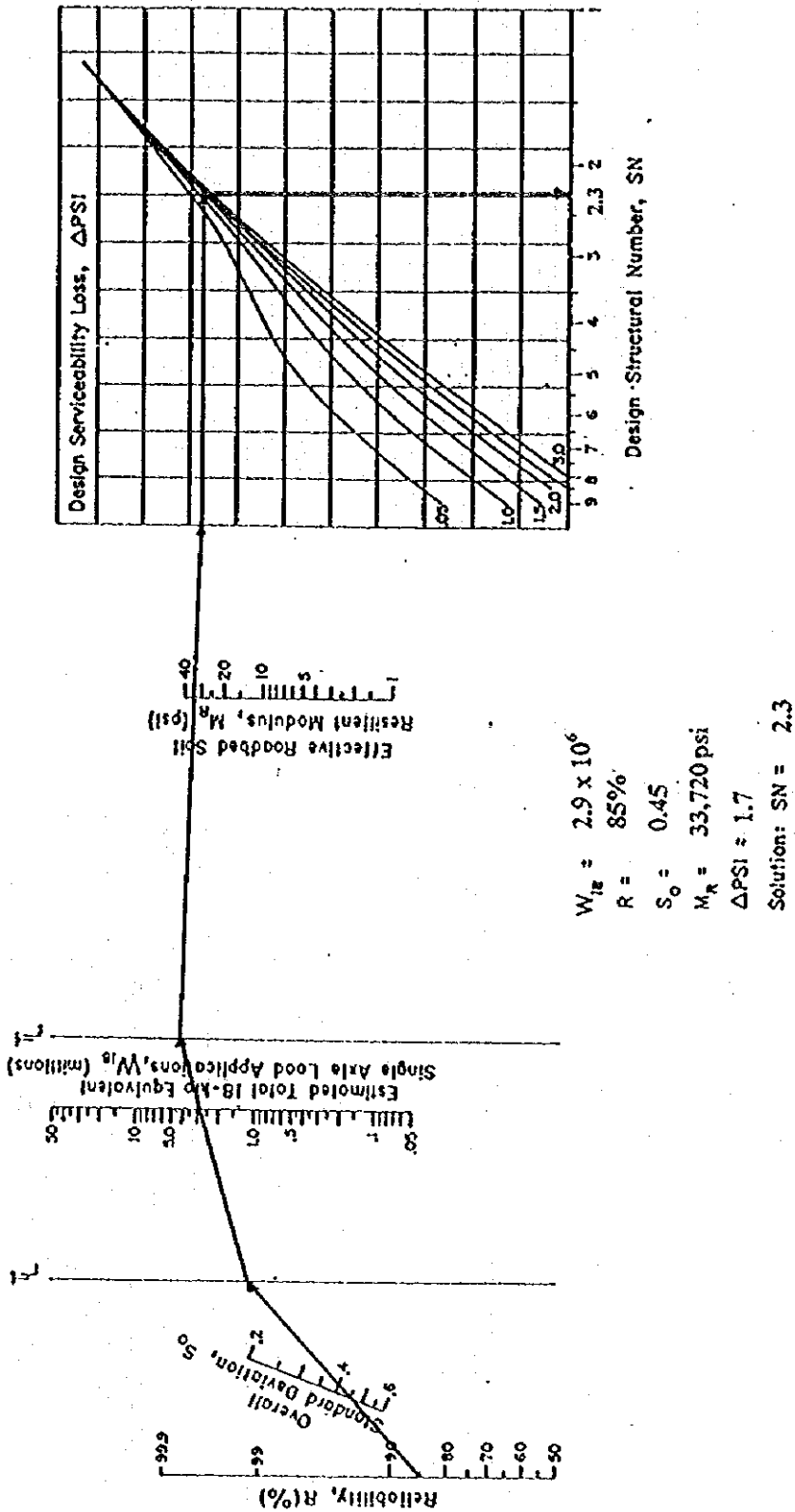


Figura A.C.4 Cuadro de Diseño para los Pavimentos Flexibles Basados en Valores Promedios Usados para cada entrada

Rio Tebicuary-mi - Villarrica : Road bedsoil

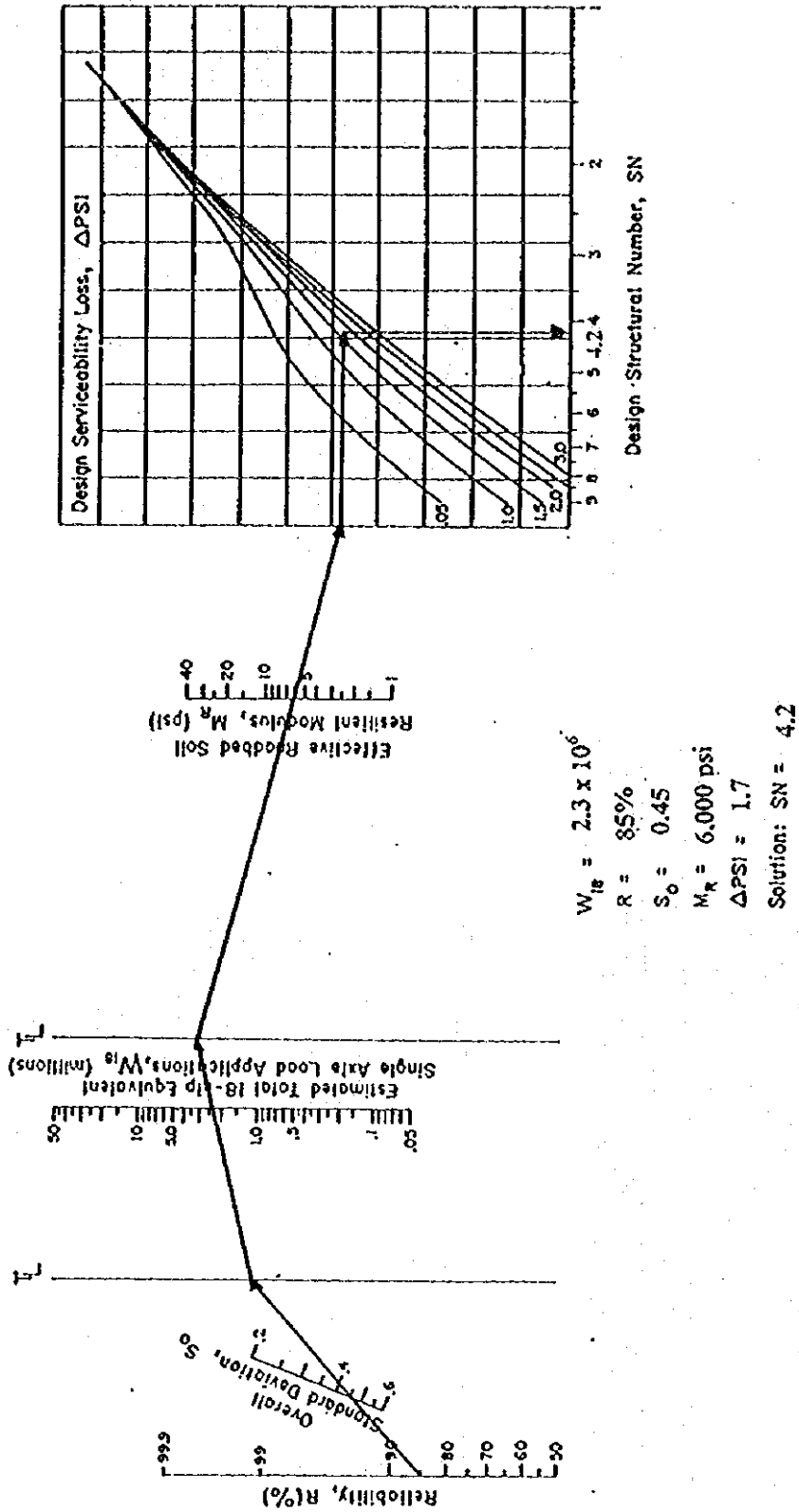


Figura A.C.5 Cuadro de Diseño para los Pavimentos Flexibles Basados en Valores Promedios Usados para cada entrada

Rio Tobicuary-mi - Villarrica : Sub-base

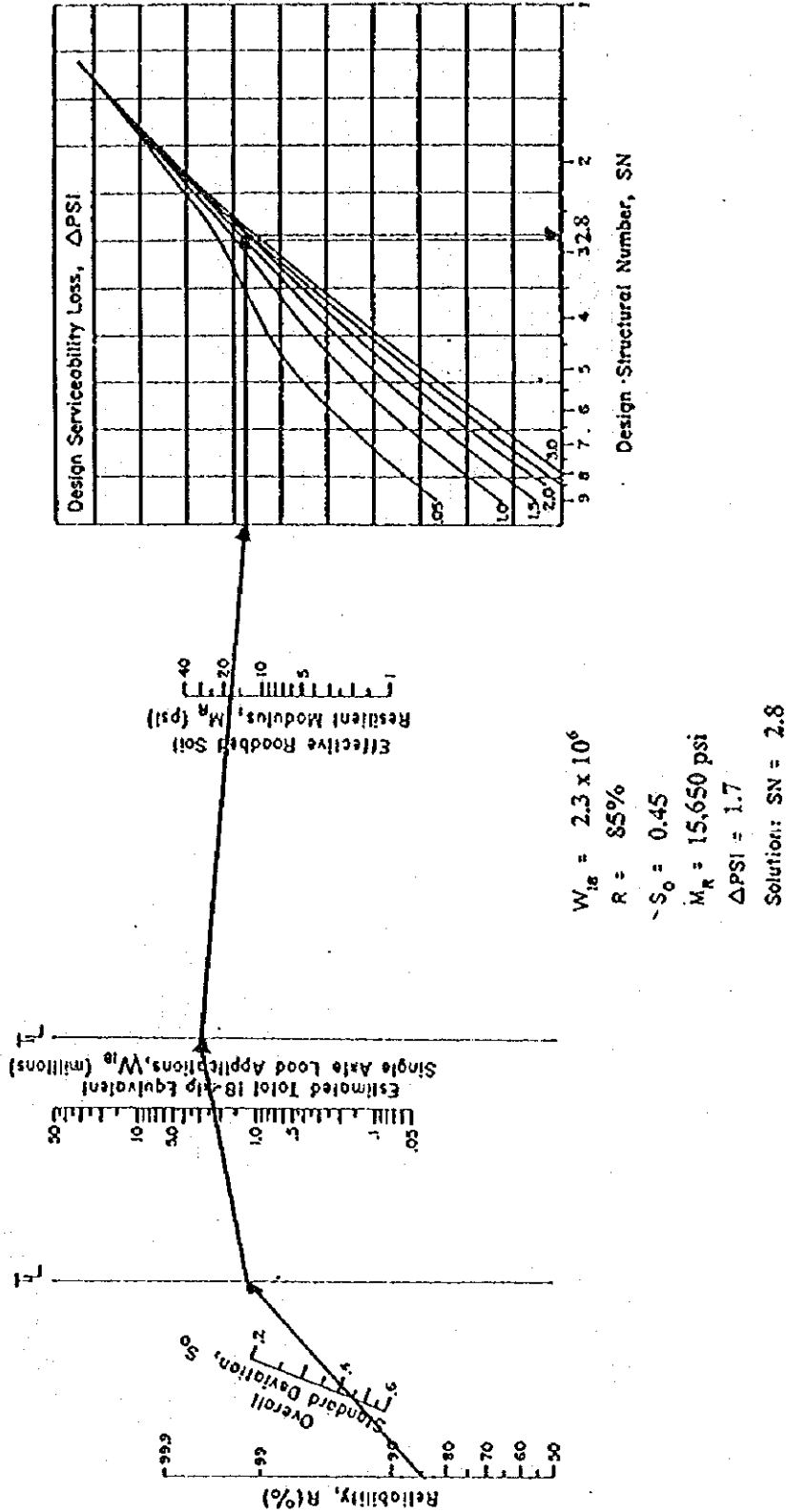


Figura A.C.6 Cuadro de Diseño para los Pavimentos Flexibles Basados en Valores Promedios Usados para cada entrada

Río Tebicuary-mi - Villarrica : Base

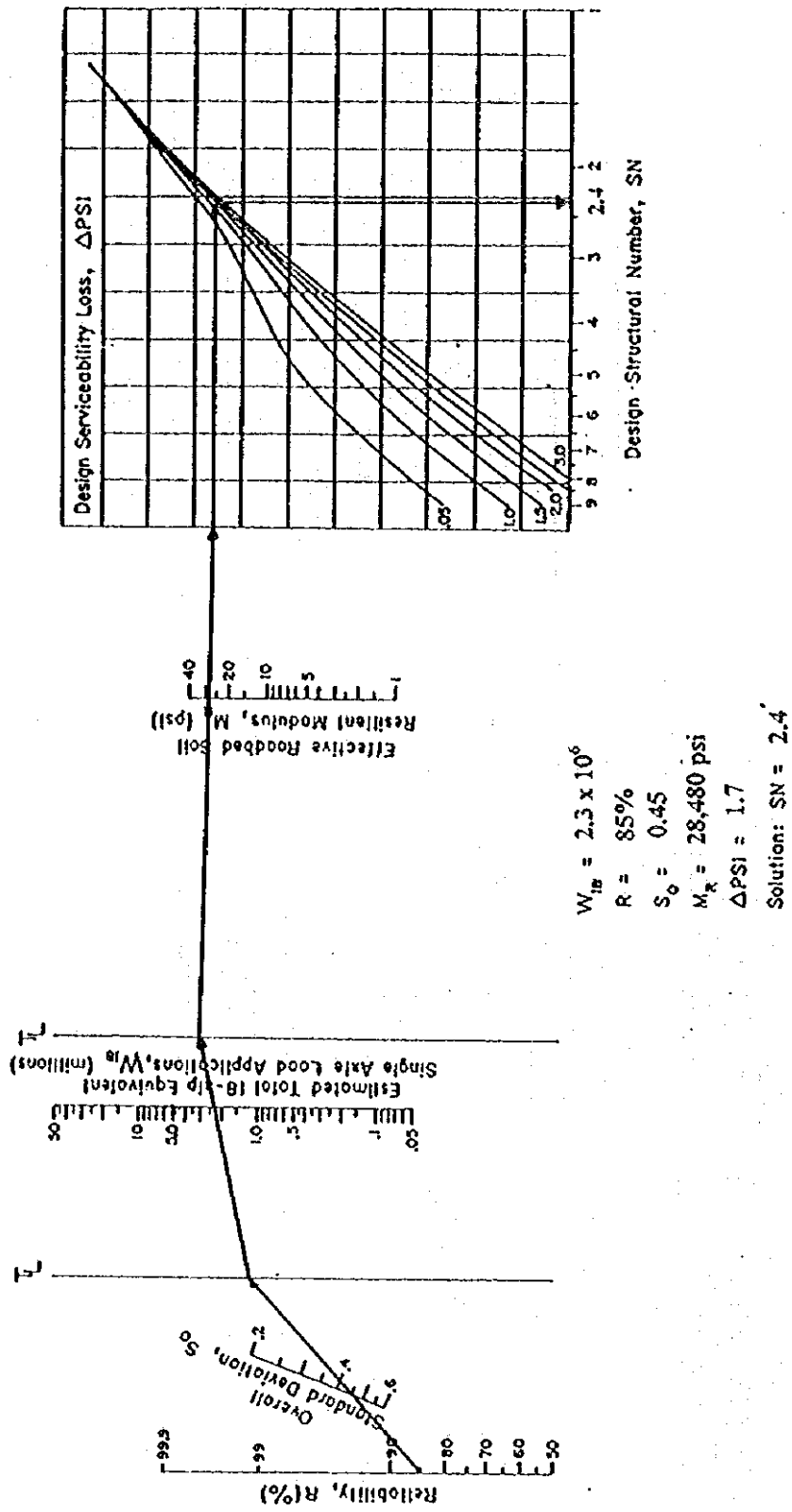


Figura A.C.7 Cuadro de Diseño para los Pavimentos Flexibles Basados en Valores Promedios Usados para cada entrada

La Colmena - Tebicuary : Road bedsoil

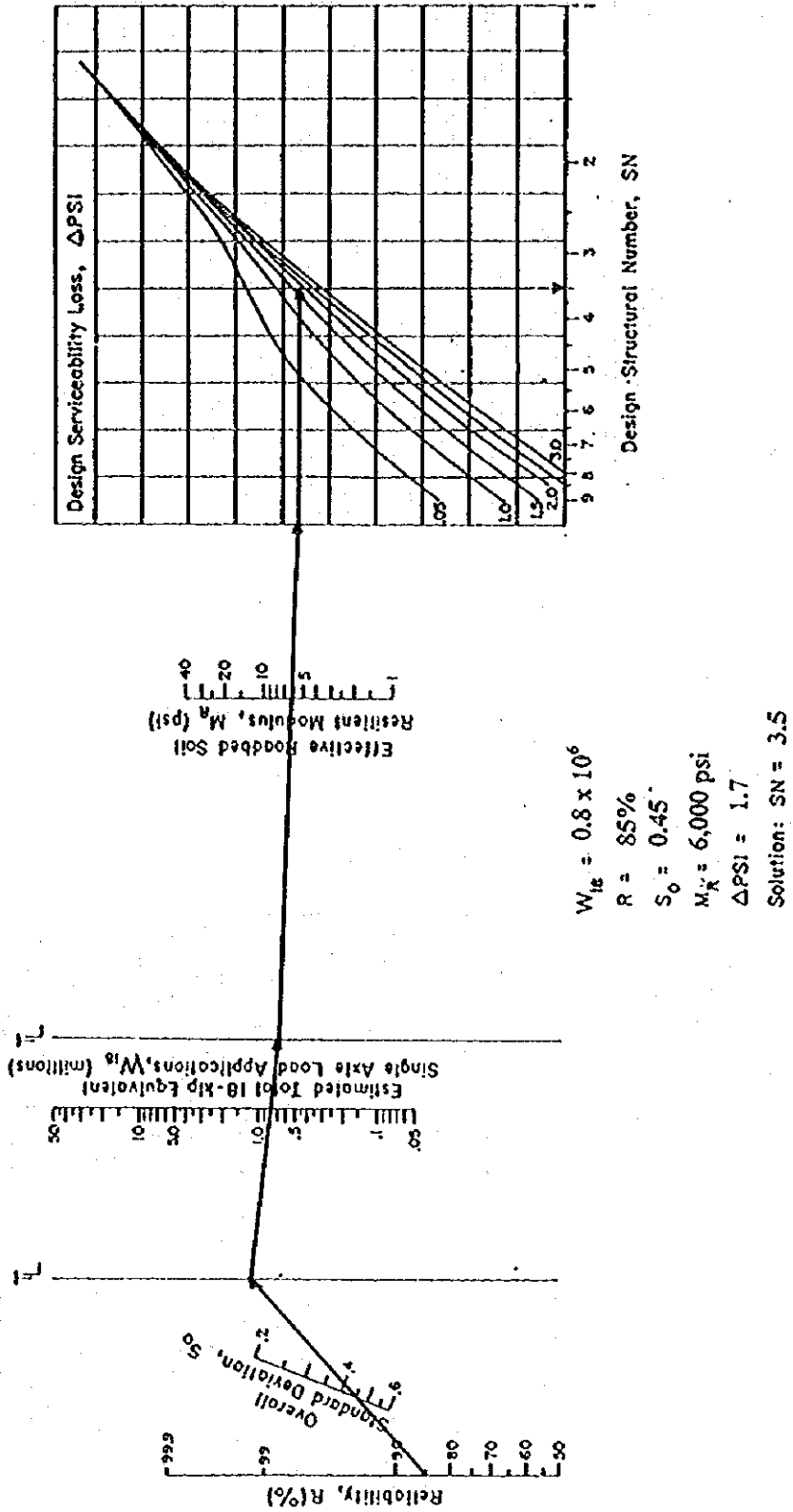


Figura A.C.8 Cuadro de Diseño para los Pavimentos Flexibles Basados en Valores Promedios Usados para cada entrada

La Colmena - Tebicuary : Sub-base

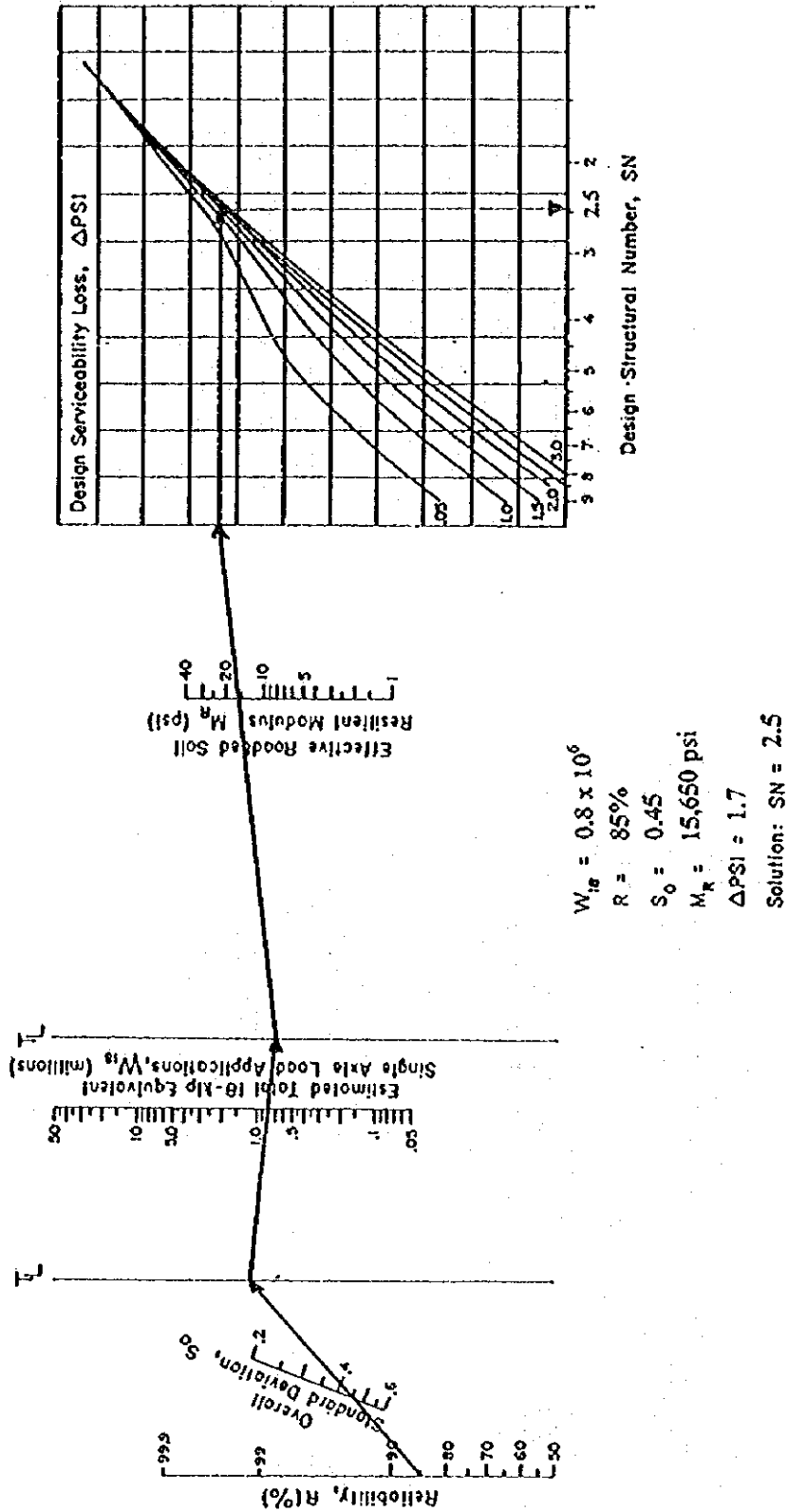


Figura A.C.9 Cuadro de Diseño para los Pavimentos Flexibles Basados en Valores Promedios Usados para cada entrada

La Colmena - Tebicuary : Base

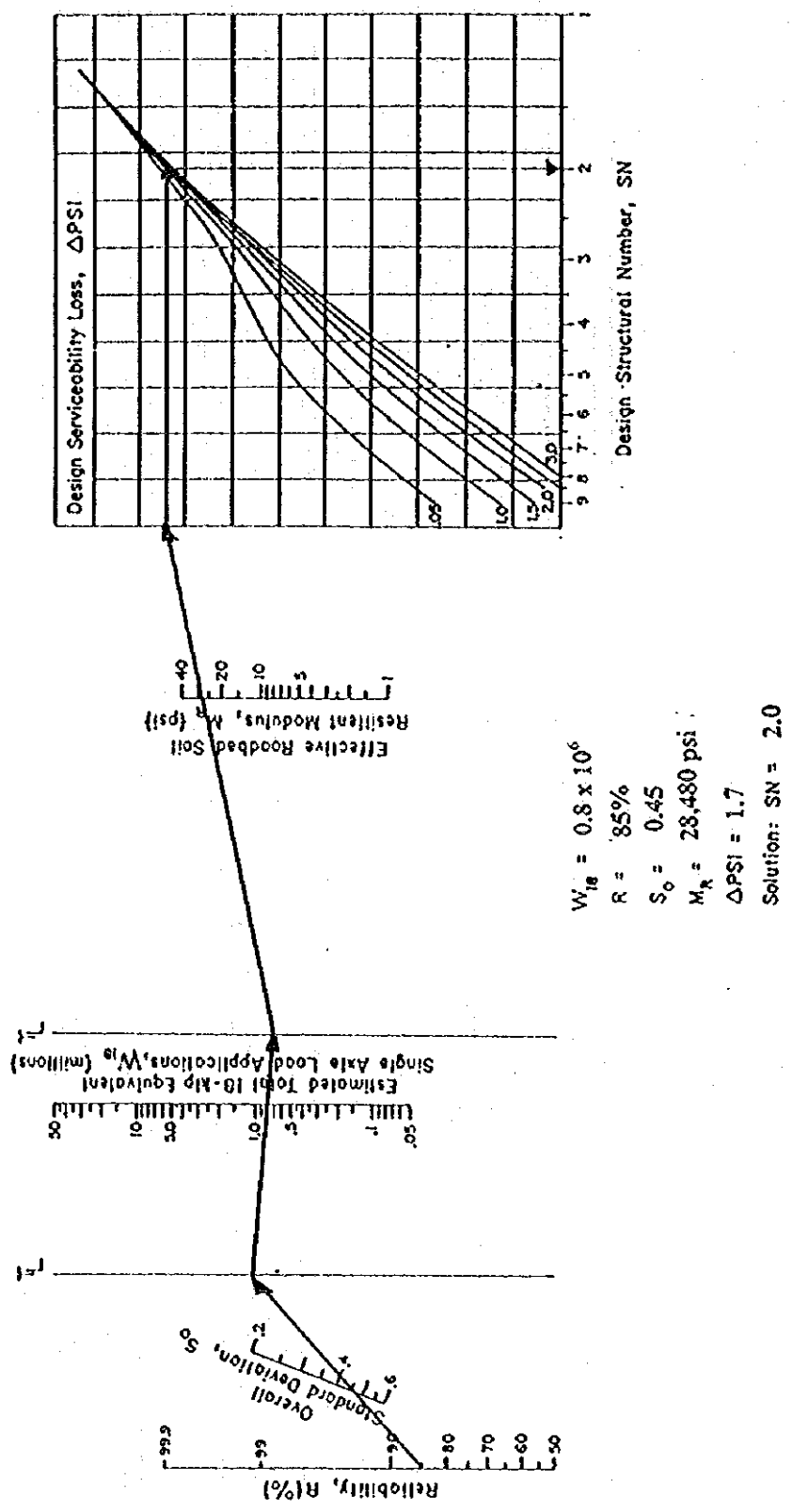


Figura A.C-10 Cuadro de Diseño para los Pavimentos Flexibles Basados en Valores Promedios Usados para cada entrada

### 11) Coeficiente de Capas ( $a_i$ )

El coeficiente de capas debe ser determinado por las características del material de la capa. De acuerdo a la descripción de la Gufa, los siguientes valores han sido tomados para este caso:

- superficie de rodamiento  $a_1 = 0.44$
- capa base de piedra triturada estabilizada mecánicamente  $a_2 = 0.14$
- capa subbase de piedra triturada  $a_3 = 0.11$

### 12) Coeficiente de Drenaje ( $m_i$ )

De acuerdo a las recomendaciones de la Gufa, fue adoptado un valor de 1.0 como valor de Coeficiente de drenaje de la capa base ( $m_2$ ) y capa subbase ( $m_3$ ) en este caso.

### 13) Espesores de cada capa

Basados en los valores del Número Estructural ( $SN_i$ ) y el Coeficiente de Capas ( $a_i$ ) obtenidos hasta aquí, los espesores de cada capa pueden ser calculados de acuerdo a las fórmulas mostradas en la Figura A.C.11.

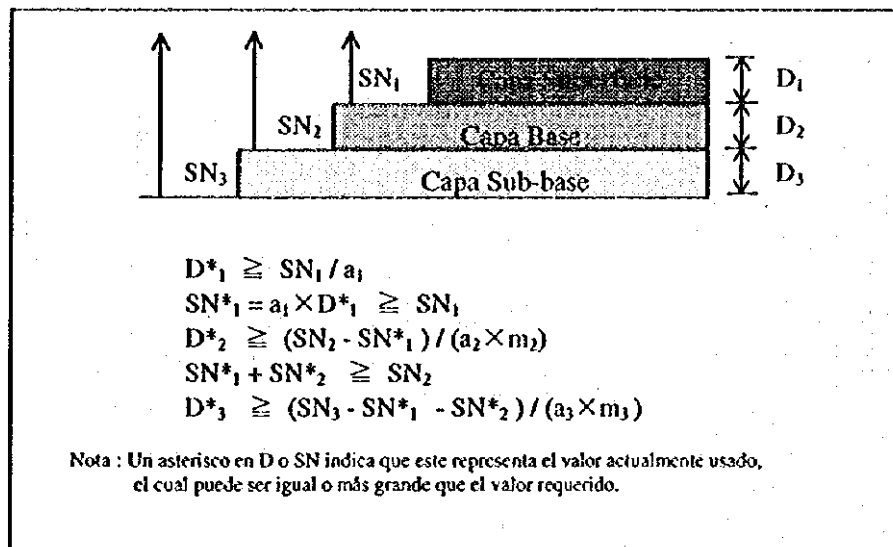


Figura A.C.11 Método de Cálculo del Espesor de Capas

Dado que la Gufa especifica el espesor mínimo de la superficie de rodamiento y capa base como se muestra en la Tabla A.C.10, los resultados calculados deben cumplir con éstos.



### 1) Ubicación de Capas:

- El coeficiente de expansión térmica del material que se utiliza para las capas de la pintura debe ser mayor al del sustrato, esto garantiza que al ser sometido a cambios de temperatura, la pintura se expanda más que el sustrato.
- Capas de imprimación
- Capas de protección
- Capa de protección
- Capa de protección
- Capa de protección

### 2) Características Deseadas:

De acuerdo a las características de los materiales que se emplean en la formulación de un producto de pintura, se debe considerar el tipo de sustrato, el tipo de ambiente y las condiciones de uso.

### 3) Espesores de cada capa:

Basados en los valores de los S.N. y en la experiencia de los fabricantes de pinturas, se obtienen los espesores de las capas de pintura que se aplican de acuerdo a los requerimientos mostrados en la Tabla A.C.10.

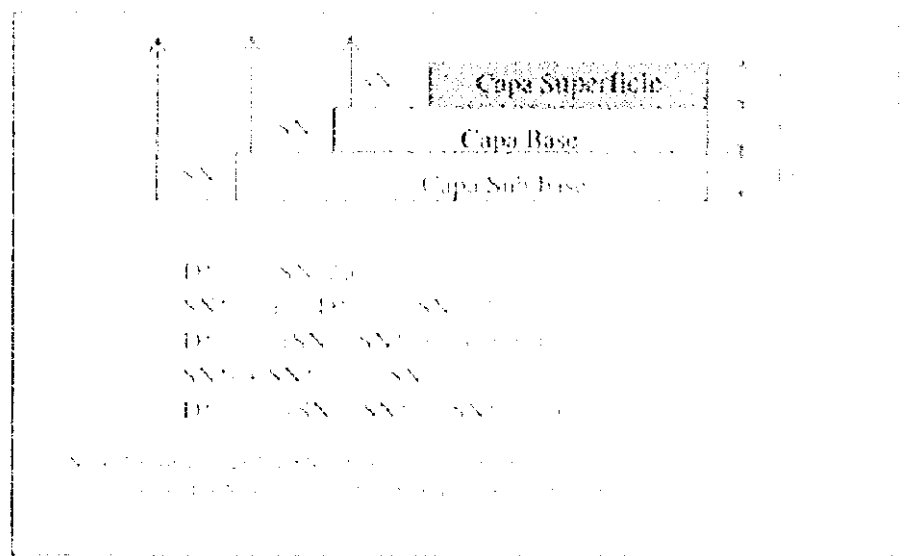


Figura A.C.10 – Metodo de Calculo del Espesor de Capas

Dado que la Guía especifica el espesor mínimo de la capa de pintura que se aplica en la base como se muestra en la Tabla A.C.10, los resultados de los cálculos se muestran en estos:

Tabla A.C.10 Espesores Mínimos

Tráfico ESAL	(unidad : pulgadas)	
	Concreto Asfáltico	Base Granular
Menor que 50,000	1.0	4
50,000 - 150,000	2.0	4
150,001 - 500,000	2.5	4
500,001 - 2,000,000	3.0	6
2,000,001 - 7,000,000	3.5	6
Mayor que 7,000,000	4.0	6

El cálculo del espesor de capa es el siguiente:

a) Paraguarí - Rfo Tebicuary-mf

$$SN_1 / a_1 = 2.3 / 0.44 = 5.2 < \underline{D^*_1 = 5.5}$$

$$SN^*_1 = a_1 \times D^*_1 = 0.44 \times 5.5 = 2.4 > SN_1 = 2.3$$

$$(SN_2 - SN^*_1) / (a_2 \times m_2) = (3.0 - 2.4) / (0.14 \times 1.0) = 4.3 < \underline{D^*_2 = 6.0} \quad \text{---min. thickness}$$

$$SN^*_2 = a_2 \times m_2 \times D^*_2 = 0.14 \times 1.0 \times 6.0 = 0.84$$

$$SN^*_1 + SN^*_2 = 2.4 + 0.84 = 3.24 > SN_2 = 3.0$$

$$(SN_3 - SN^*_1 - SN^*_2) / (a_3 \times m_3) = (3.7 - 2.4 - 0.84) / (0.11 \times 1.0) = 4.2 < \underline{D^*_3 = 6.0}$$

b) Rfo Tebicuary-mf - Villarrica

$$SN_1 / a_1 = 2.4 / 0.44 = 5.5 \leq \underline{D^*_1 = 5.5}$$

$$SN^*_1 = a_1 \times D^*_1 = 0.44 \times 5.5 = 2.4 \geq SN_1 = 2.4$$

$$(SN_2 - SN^*_1) / (a_2 \times m_2) = (2.8 - 2.4) / (0.14 \times 1.0) = 2.9 < \underline{D^*_2 = 6.0} \quad \text{---min. thickness}$$

$$SN^*_2 = a_2 \times m_2 \times D^*_2 = 0.14 \times 1.0 \times 6.0 = 0.84$$

$$SN^*_1 + SN^*_2 = 2.4 + 0.84 = 3.24 > SN_2 = 2.8$$

$$(SN_3 - SN^*_1 - SN^*_2) / (a_3 \times m_3) = (4.2 - 2.4 - 0.84) / (0.11 \times 1.0) = 8.7 < \underline{D^*_3 = 9.0}$$

c) La Colmena - Tebicuary

$$SN_1 / a_1 = 2.0 / 0.44 = 4.5 \leq \underline{D^*_1 = 4.5}$$

$$SN^*_1 = a_1 \times D^*_1 = 0.44 \times 4.5 = 2.0 \geq SN_1 = 2.0$$

$$(SN_2 - SN^*_1) / (a_2 \times m_2) = (2.5 - 2.0) / (0.14 \times 1.0) = 3.6 < \underline{D^*_2 = 6.0} \quad \text{---min. thickness}$$

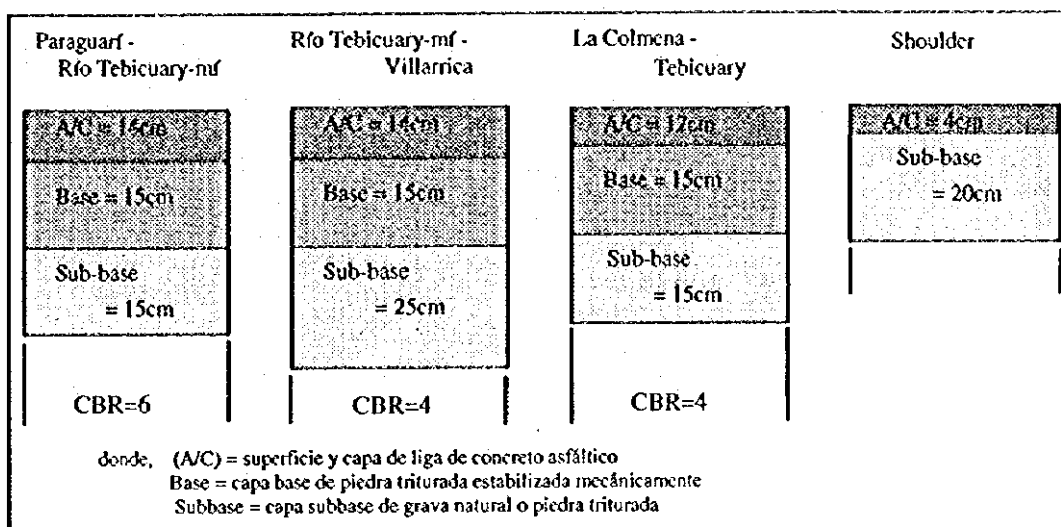
$$SN^*_2 = a_2 \times m_2 \times D^*_2 = 0.14 \times 1.0 \times 6.0 = 0.84$$

$$SN^*_1 + SN^*_2 = 2.0 + 0.84 = 2.84 > SN_2 = 2.3$$

$$(SN_3 - SN^*_1 - SN^*_2) / (a_3 \times m_3) = (3.5 - 2.0 - 0.84) / (0.11 \times 1.0) = 6.0 \leq \underline{D^*_3 = 6.0}$$

#### 14) Determinación de los Espesores de Capas

Los resultados de los cálculos son esquemáticamente mostrados en la Figura A.C.12:



**Figura A.C.12 Resultado del Diseño de Pavimento Flexible**

#### (2) Diseño del Pavimento de la Capa de Recubrimiento

##### 1) Período de Análisis

Se consideró que el período de análisis del diseño del pavimento de la capa de recubrimiento será de quince (15) años, empezando a partir del año 2015.

##### 2) Tráfico de Diseño

En este caso, se calculó el tráfico de diseño para el período comprendido entre los años 2015 y 2030, suponiendo que la tasa de aumento del tráfico de ese período será igual a la del período comprendido entre los años 2005 y 2015.

**Tabla A.C.11 Tráfico de Diseño**

Sección de Carretera	(unidad: vehículos)		
	Vehículo de pasajeros	Autobús	Camión
Paraguarí - Rfo Tebicuary-mf	11.259.338	3.098.850	10.030.200
Rfo Tebicuary-mf - Villarica	8.781.900	3.720.263	7.207.838
La Colmena - Tebicuary	3.265.838	2.753.925	1.921.725

##### 3) Carga Equivalente de Eje Sencillo de 18 kip (C.E.E.S.)

El método de cálculo es igual al del Anexo C (1).

14) Determinación de los Espesores de Capas

Los resultados de los cálculos son esquemáticamente mostrados en la Figura A.C.12:

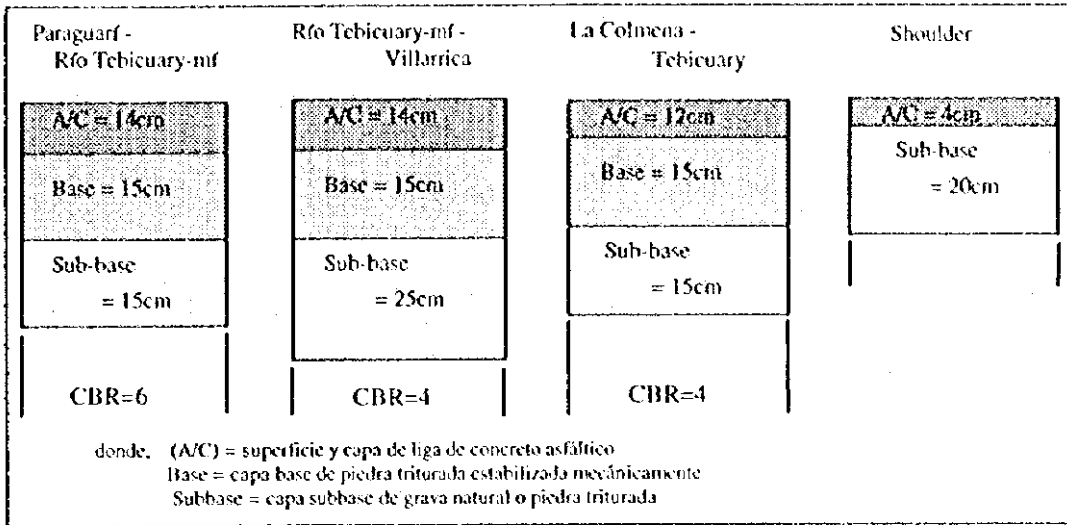


Figura A.C.12 Resultado del Diseño de Pavimento Flexible

(2) Diseño del Pavimento de la Capa de Recubrimiento

1) Período de Análisis

Se consideró que el período de análisis del diseño del pavimento de la capa de recubrimiento será de quince (15) años, empezando a partir del año 2015.

2) Tráfico de Diseño

En este caso, se calculó el tráfico de diseño para el período comprendido entre los años 2015 y 2030, suponiendo que la tasa de aumento del tráfico de ese período será igual a la del período comprendido entre los años 2005 y 2015.

Tabla A.C.11 Tráfico de Diseño

Sección de Carretera	(unidad: vehículos)		
	Vehículo de pasajeros	Autobús	Camión
Paraguari - Rfo Tebicuary-mf	11.259.338	3.098.850	10.030.200
Rfo Tebicuary-mf - Villarica	8.781.900	3.720.263	7.207.838
La Colmena - Tebicuary	3.265.838	2.753.925	1.921.725

3) Carga Equivalente de Eje Sencillo de 18 kip (C.B.E.S.)

El método de cálculo es igual al del Anexo C (I).

**Tabla A.C.12 Diseño C.E.E.S. y Carga Equivalente de Eje Sencillo de 18 kip por Sección de Carretera**

Sección de Carretera	Tipo de Vehículo	Tráfico de Diseño (A)	Factor C.E.E.S. (B)	C.E.E.S. de Diseño (A × B)	C.E.E.S. de 18 kip
Paraguarí - Rfo Tebicuary-mf	Vehículo de pasajeros	11.259.338	0,0004	4.504	
	Autobús	3.098.850	1,5980	4.951.962	
	Camión	10.030.200	0,9170	9.197.693	
	<b>Total</b>			<b>14.154.159</b>	<b>7.077.080</b>
Rfo Tebicuary-mf - Villarrica	Vehículo de pasajeros	8.781.900	0,0004	3.513	
	Autobús	3.720.263	1,5980	5.944.980	
	Camión	7.207.838	0,9170	6.609.587	
	<b>Total</b>			<b>12.558.080</b>	<b>6.279.040</b>
La Colmena - Tebicuary	Vehículo de pasajeros	3.265.838	0,0004	1.306	
	Autobús	2.753.925	1,5980	4.400.772	
	Camión	1.821.725	0,9170	1.762.222	
	<b>Total</b>			<b>6.164.300</b>	<b>3.082.150</b>

Nota: (C.E.E.S. de 18 kip) = (Diseño C.E.E.S.) × D<sub>D</sub> × D<sub>L</sub>

donde, D<sub>D</sub> = Factor de Distribución Direccional = 0,5, D<sub>L</sub> = Factor de Distribución por Carril = 1,0

**4) Fiabilidad (R), Desviación Estándar (So) y Módulo de Elasticidad Efectivo (M)**

Se aplicaron los mismos valores de los factores del cálculo del pavimento inicial antes mencionados, así como los valores utilizados para el cálculo de la pavimentación inicial.

**Tabla A.C.13 Valores Aplicados para R, So y M**

Sección de Carretera	(R)	(So)	(M)
Paraguarí - Rfo Tebicuary-mf	85%	0,45	9.000 psi
Rfo Tebicuary-mf - Villarrica	85%	0,45	6.000 psi
La Colmena - Tebicuary	85%	0,45	6.000 psi

**5) Diseño de la Pérdida de la Capacidad de Servicio ( $\Delta PSI_{TR}$ )**

$$\Delta PSI_{TR} = \Delta PSI - \Delta PSI_{sw}$$

donde,  $\Delta PSI = P_o - P_t = 4,2 - 2,5 = 1,7$

El valor de  $\Delta PSI_{sw}$  se expresa por medio de la diferencia entre los valores de  $\Delta PSI$  correspondientes a 25 y 10 años, los cuales se pueden obtener de la Figura 11.2 de la Guía de la AASHTO.

$$\Delta PSI_{sw} = 0,28 - 0,18 = 0,1$$

$$\Delta PSI_{TR} = 1,7 - 0,1 = 1,60$$

**6) Número Estructural del Pavimento Nuevo (SNy)**

Los valores de SNy para cada sección de carretera se obtuvieron de las Figuras A.C.13, 14 y 15.

$$SNy = 4,4 \text{ (para la sección entre Paraguarí y Rfo Tebicuary-mf)}$$

$$SNy = 4,8 \text{ (para la sección entre Rfo Tebicuary-mf y Villarrica)}$$

$$SNy = 4,4 \text{ (para la sección entre La Colmena y Tebicuary)}$$

### 7) Factor de Vida Util Restante ( $F_{RL}$ )

El Factor de Vida Util Restante ( $F_{RL}$ ) se estableció en base a la vida útil restante estimada ( $R_{LX}$ ) del pavimento original cuando se coloca la capa de recubrimiento y a la vida útil restante estimada ( $R_{LY}$ ) de la capa de recubrimiento cuando ésta alcanza su diseño final para una capacidad de servicio equivalente a 2,5.

- $R_{LX} = 43 \%$ ,

Este valor se obtuvo de la Figura 5.15 de la Gufa de la AASHTO, asumiendo que la Capacidad de Servicio en el momento de la colocación de la capa de recubrimiento  $P_1$  es de 2,5.

- $R_{LY} = (N_{fy} - Y)/N_{fy}$

donde,

$N_{fy}$  : Tráfico futuro estimado de la C.E.E.S. de 18 kips cuando la capacidad de servicio baja a un valor de 2,0.

$Y$  : Tráfico futuro estimado de la C.E.E.S. de 18 kips cuando la capacidad de servicio final es de 2,5, por lo que el valor de  $Y$  puede obtenerse de los valores indicados en la Tabla A.C.12.

El  $\Delta PSI_{TR}$  correspondiente al caso de "capacidad de servicio = 2,0" es 2,10, según como se obtiene de la fórmula siguiente:

$$\Delta PSI_{TR} = (4,2 - 2,0) - 0,10 = 2,10.$$

El valor de  $N_{fy}$  se puede obtener utilizando el valor indicado en las Figuras A.C.16, 17 y 18. Los resultados del cálculo se muestran en la Tabla A.C.15.

**Tabla A.C.15 Cálculo de  $R_{LY}$**

Sección de Carretera	( $N_{fy}$ )	( $Y$ )	( $R_{LY}$ )
Paraguari - Rfo Tebicuary-mf	$12,0 \times 10^6$	$7,1 \times 10^6$	0,408
Rfo Tebicuary-mf - Villarrica	$10,0 \times 10^6$	$6,3 \times 10^6$	0,370
La Colmena - Tebicuary	$5,0 \times 10^6$	$3,1 \times 10^6$	0,380

De los valores de  $R_{LX}$  y  $R_{LY}$  antes mencionados, se puede obtener el valor de  $F_{RL}$  a partir de la Figura 5.17 de la Gufa de la AASHTO, y los resultados se resumen a continuación:

- Paraguari - Rfo Tebicuary-mf :  $F_{RL} = 0,71$
- Rfo Tebicuary-mf - Villarrica :  $F_{RL} = 0,69$
- La Colmena - Tebicuary :  $F_{RL} = 0,70$

### 8) Número Estructural Efectivo ( $SN_{xeff}$ )

$$SN_{xeff} = C_x \times S_{no}$$

donde,

Cx : factor de la condición del pavimento = 0,86 (obtenido en la Figura 5.18 de la Gufa)

Sno : SN del pavimento original = 5,0

So, SN<sub>xeff</sub> = 0,86 × 5,0 = 4,30

9) Número Estructural de la Capa de Recubrimiento de Concreto Asfáltico Requerida

(SN<sub>OL</sub>)

$$SN_{OL} = SN_y - (F_{RL} \times SN_{xeff})$$

10) Espesor de la Capa de Recubrimiento de Concreto Asfáltico (D<sub>OL</sub>)

$$D_{OL} = SN_{OL} / a_1$$

donde, a<sub>1</sub> = 0,44

**Tabla A.C.16 Espesor Requerido para la Capa de Recubrimiento del Pavimento**

Sección de Carretera	(SN <sub>y</sub> )	(F <sub>RL</sub> )	(SN <sub>xeff</sub> )	(SN <sub>OL</sub> )	(D <sub>OL</sub> )	
					Pulgadas	cm
Paraguari - Rfo Tebicuary-mf	4,4	0,71	4,3	1,35	3,1	8,0
Rfo Tebicuary-mf - Villarrica	4,8	0,69	4,3	1,83	4,2	11,0
La Colmena - Tebicuary	4,4	0,70	4,3	1,39	3,2	8,0

(3) Diseño del Pavimento Rfido

1) Período de análisis

En este caso, se consideró un período de análisis del diseño de la estructura del pavimento ríido de 25 años, el cual empieza a partir del inicio del servicio de las carreteras.

2) Tráfico de diseño

El tráfico de diseño es el volumen de tráfico acumulado durante el período de análisis, el cual se expresa por tipo de vehículo, exactamente igual como se llevó a cabo para el caso del pavimento flexible en el Anexo C (1).

El tráfico de diseño calculado, que se basa en el volumen de tráfico estimado para los años 2005 y 2015 que se encuentra resumido en la Tabla 5.5.1, se muestra en la Tabla A.C.17.

**Tabla A.C.17 Tráfico de Diseño para 25 Años**

(unidad: vehículos)

Sección de Carretera	Vehículo de Pasajeros	Autobús	Camión
Paraguari - Rfo Tebicuary-mf	16.548.188	4.252.250	14.417.500
Rfo Tebicuary-mf - Villarrica	12.660.938	4.804.0313	10.429.875
La Colmena - Tebicuary	4.302.438	3.494.875	2.340.563

**3) Carga Equivalente de Eje Sencillo de 18 kip (C.E.E.S.)**

El método de cálculo para obtener la C.E.E.S. de diseño y la Carga Equivalente de Eje Sencillo de 18 kip (C.E.E.S.) para cada sección de carretera es exactamente igual al utilizado para el caso del pavimento flexible.

**Tabla A.C.18 C.E.E.S. de Diseño y Carga Equivalente de Eje Sencillo de 18 kip por Sección de Carretera**

Sección de Carretera	Tipo de Vehículo	Tráfico de Diseño (A)	Factor C.E.E.S. (B)	C.E.E.S. de Diseño (A × B)	C.E.E.S. de 18 kip
Paraguari - Rfo Tebicuary-mf	Vehículo de pasajeros	16.548.188	0,0004	6.619	
	Autobús	4.252.250	1,5980	6.795.096	
	Camión	14.417.500	0,9170	13.226.848	
	Total			20.022.563	
Rfo Tebicuary-mf - Villarrica	Vehículo de pasajeros	12.660.938	0,0004	5.064	
	Autobús	4.804.313	1,5980	7.677.292	
	Camión	10.429.875	0,9170	9.564.195	
	Total			17.246.551	
La Colmena - Tebicuary	Vehículo de pasajeros	4.302.438	0,0004	1.721	
	Autobús	3.494.875	1,5980	5.584.810	
	Camión	2.340.563	0,9170	2.146.296	
	Total			7.732.827	

Nota: (C.E.E.S. de 18 kip) = (Diseño C.E.E.S.) × D<sub>D</sub> × D<sub>L</sub>

donde, D<sub>D</sub> = Factor de Distribución Direccional = 0,5, D<sub>L</sub> = Factor de Distribución por Carril = 1,0

**4) Módulo Efectivo de Reacción de la Subrasante (kpsi)**

En el transcurso del diseño del pavimento flexible descrito en el Anexo C (1), el Módulo del Apisonado (M<sub>R</sub>) y el Módulo de la Subbase (M<sub>B</sub> = E<sub>SB</sub>) se calcularon tal y como se muestra en la Tabla A.C.19. Aplicando estos valores a la Figura 3.3, Figura 3.6 y a la Tabla 2.7 de la Guía, se puede obtener el Módulo Efectivo de Reacción de la Subrasante (valor k).

**Tabla A.C.19 Módulo Efectivo Corregido de Reacción de la Subrasante (k)**

Sección de Carretera	(M <sub>R</sub> )	(E <sub>SB</sub> )	Valor Compuesto de k (Figura 3.3)	Valor Corregido de k (Fig. 3.6, Tab. 2.7)
Paraguari - Rfo Tebicuary-mf	9.000	33.700	550 psi	49 psi
Rfo Tebicuary-mf - Villarrica	6.000	28.500	380	36
La Colmena - Tebicuary	6.000	28.500	380	36

Nota: Se asumió que el espesor de la subbase es de 6 pulgadas y el valor de LS es de 2,0.



5) Fiabilidad (R), Desviación Estándar (So), Diseño de la Pérdida de la Capacidad de Servicio ( $\Delta$ PSI) y Coeficiente de Transferencia de Carga (J)

De acuerdo con las sugerencias de la Guía de la AASHTO, estos valores se determinaron como se indica a continuación:

- R = 85 %
- So = 0,35
- $\Delta$ PSI = 4,5 - 2,5 = 2,0
- J = 3,1 (ver Tabla 2.6 de la Guía)

6) Características del Concreto para el Pavimento

Los valores representativos del concreto normal para el pavimento se determinaron como se muestra a continuación:

- Módulo de Elasticidad  $E_c = 3,1 \times 10^6$  psi
- Resistencia a la Flexión  $S'_c = 640$  psi

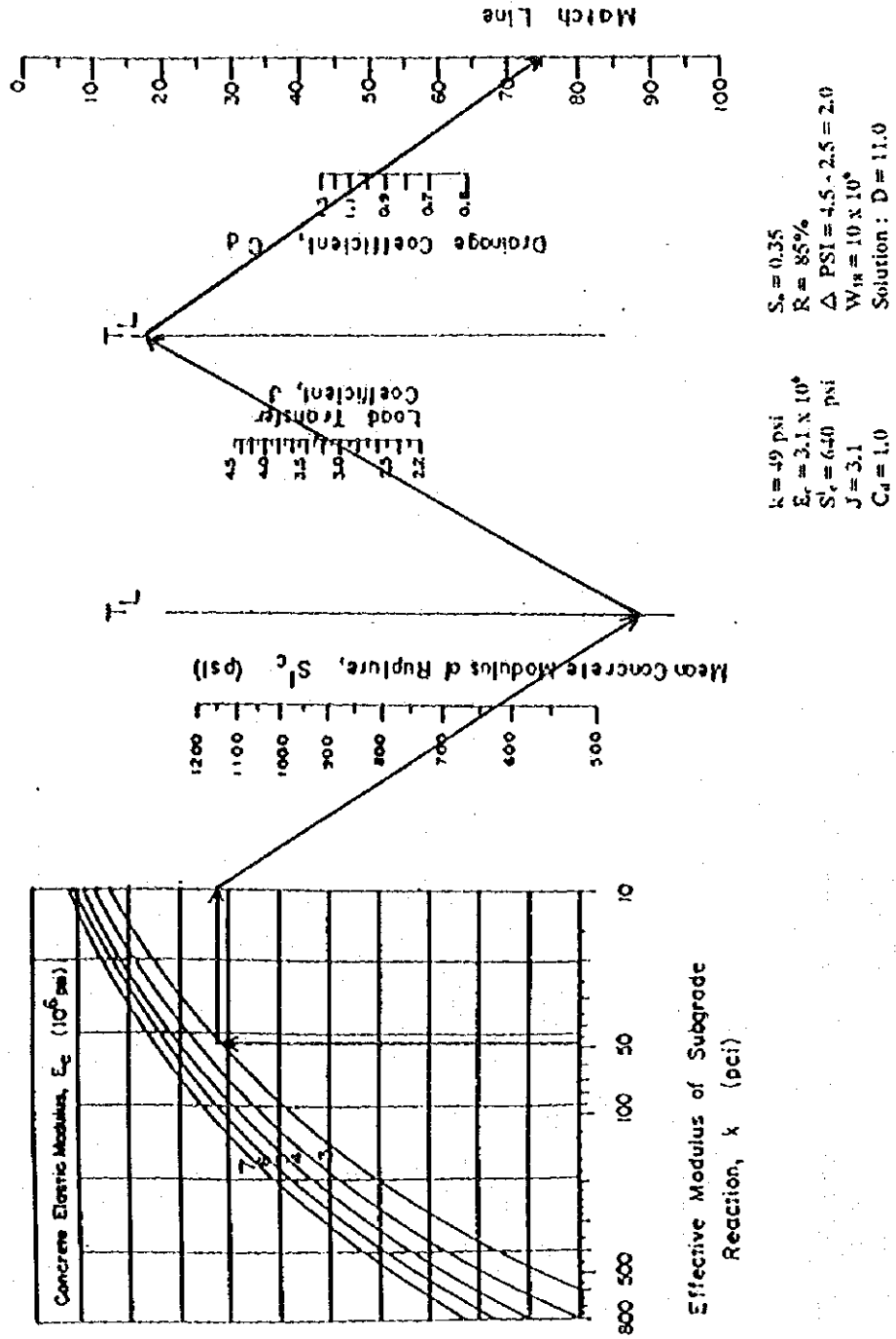
7) Determinación del Espesor Requerido para la Losa

De acuerdo con los valores obtenidos en este Estudio, el espesor requerido para la losa de cada sección de la carretera se determina utilizando el cuadro de la Guía de la AASHTO. Los cuadros utilizados para la aplicación se ilustran en las Figuras A.C.19 a A.C.23. Los resultados se resumen a continuación:

**Tabla A.C.20 Espesor Requerido para las Capas de Pavimento Rígido**

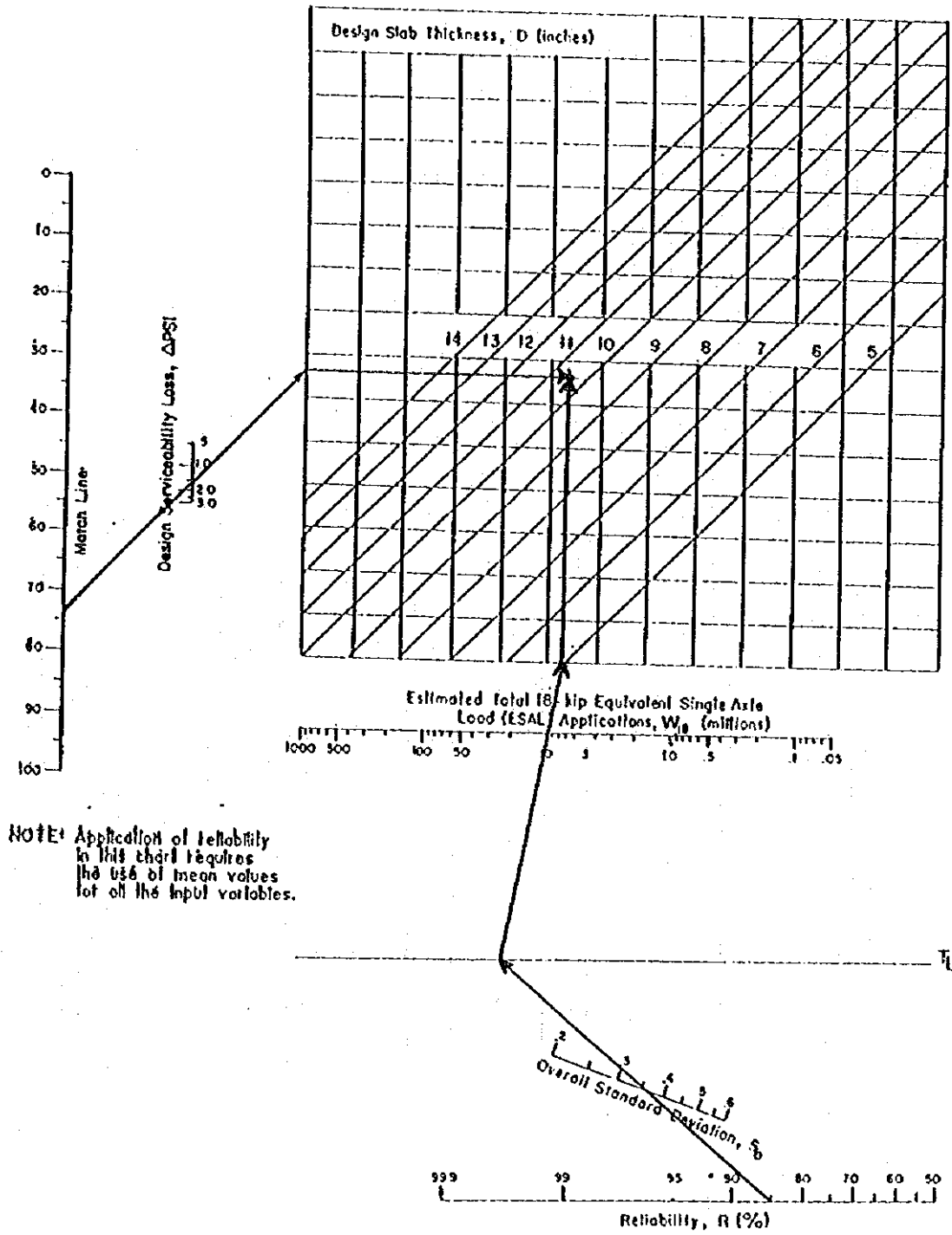
Sección de Carretera	Espesor de la Subbase (pulgadas) cm	Espesor de la Losa de Concreto (pulgadas) cm
Paraguarí - Rfo Tebicuary-mf	(6,0) 16	(11,0) 28
Rfo Tebicuary-mf - Villarrica	(6,0) 16	(11,0) 28
La Colmena - Tebicuary	(6,0) 16	(9,0) 23

Paraguari - Rio Tebicuary mi



Figures A.C.13 Cuadro de Diseño para los Pavimentos Flexibles Basados en Valores Promedios Usados para Cada Variable de Entrada. (Segmento 1)

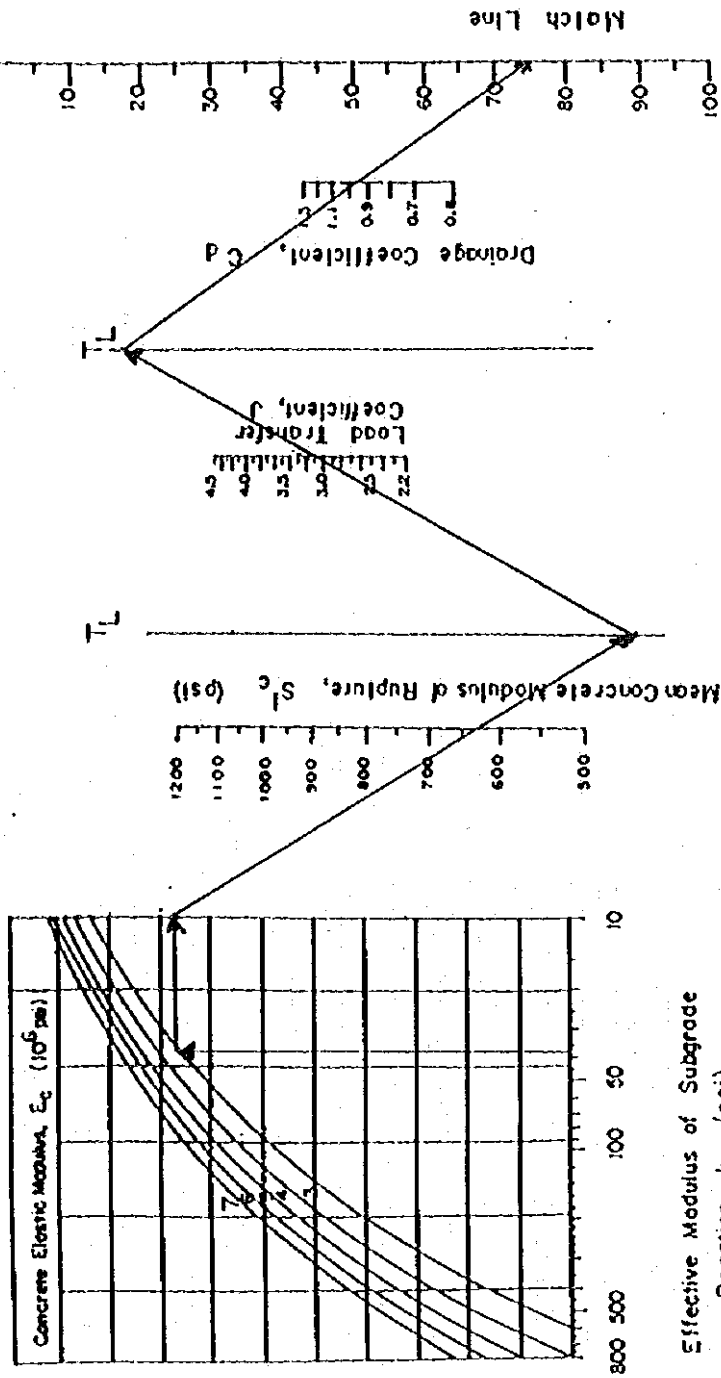
### Paraguari - Rio Tebicuary mi



Figures A.C.14 Cuadro de Diseño para los Pavimentos Flexibles Basados en Valores Promedios Usados para Cada Variable de Entrada (Segmento 2)

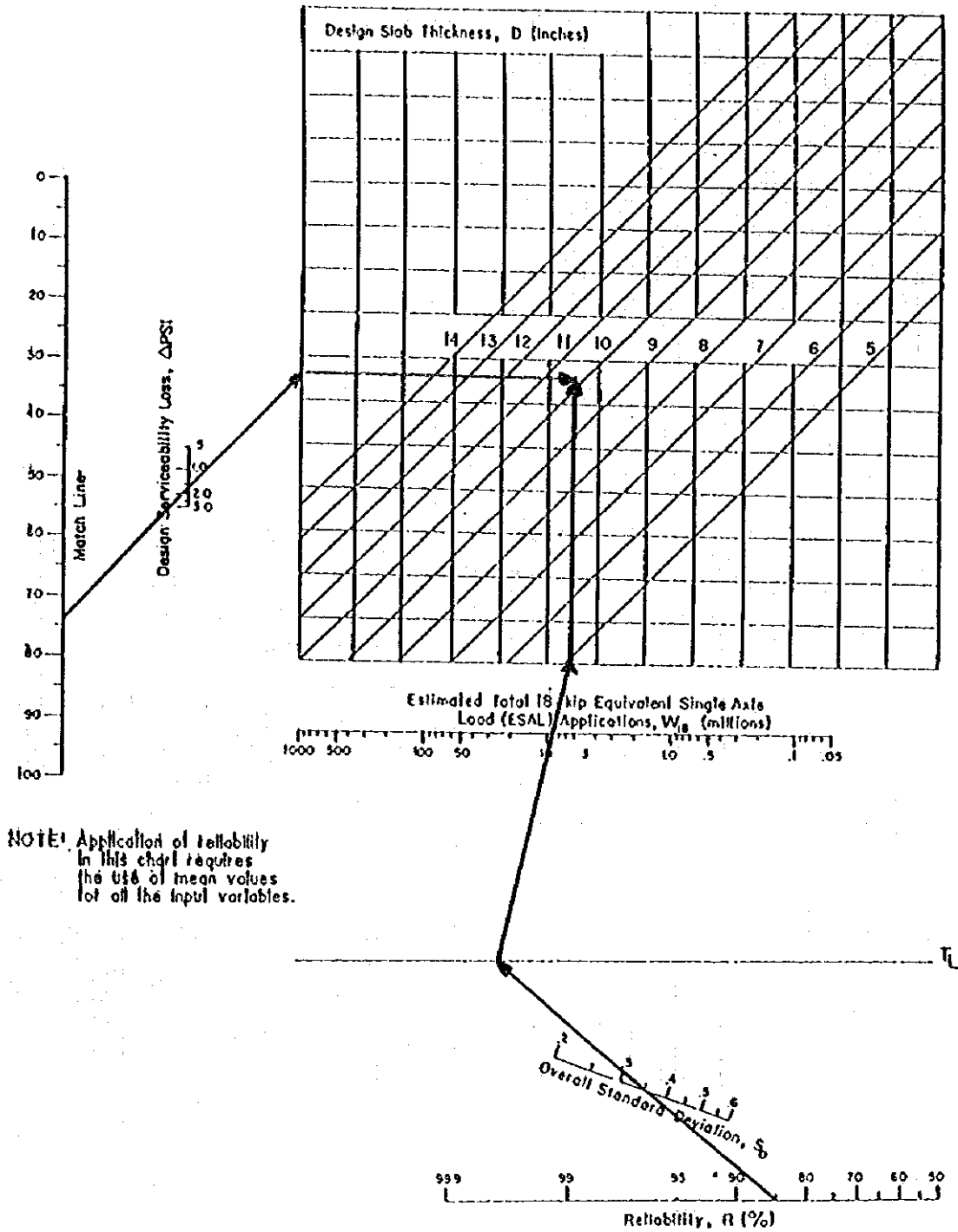
1) Rio Tebicuary - Villarrica

2) La Colmena - Tebicuary



Figures A.C.15 Cuadro de Diseño para los Pavimentos Flexibles Basados en Valores Promedios Usados para Cada Variable de Entrada (Segmento 1)

### Rio Tebicuary mi - Villarrica



Figures A.C.16 Cuadro de Diseño para los Pavimentos Flexibles Basados en Valores Promedios Usados para Cada Variable de Entrada (Segmento 2)

# La Colmena - Tebicuary

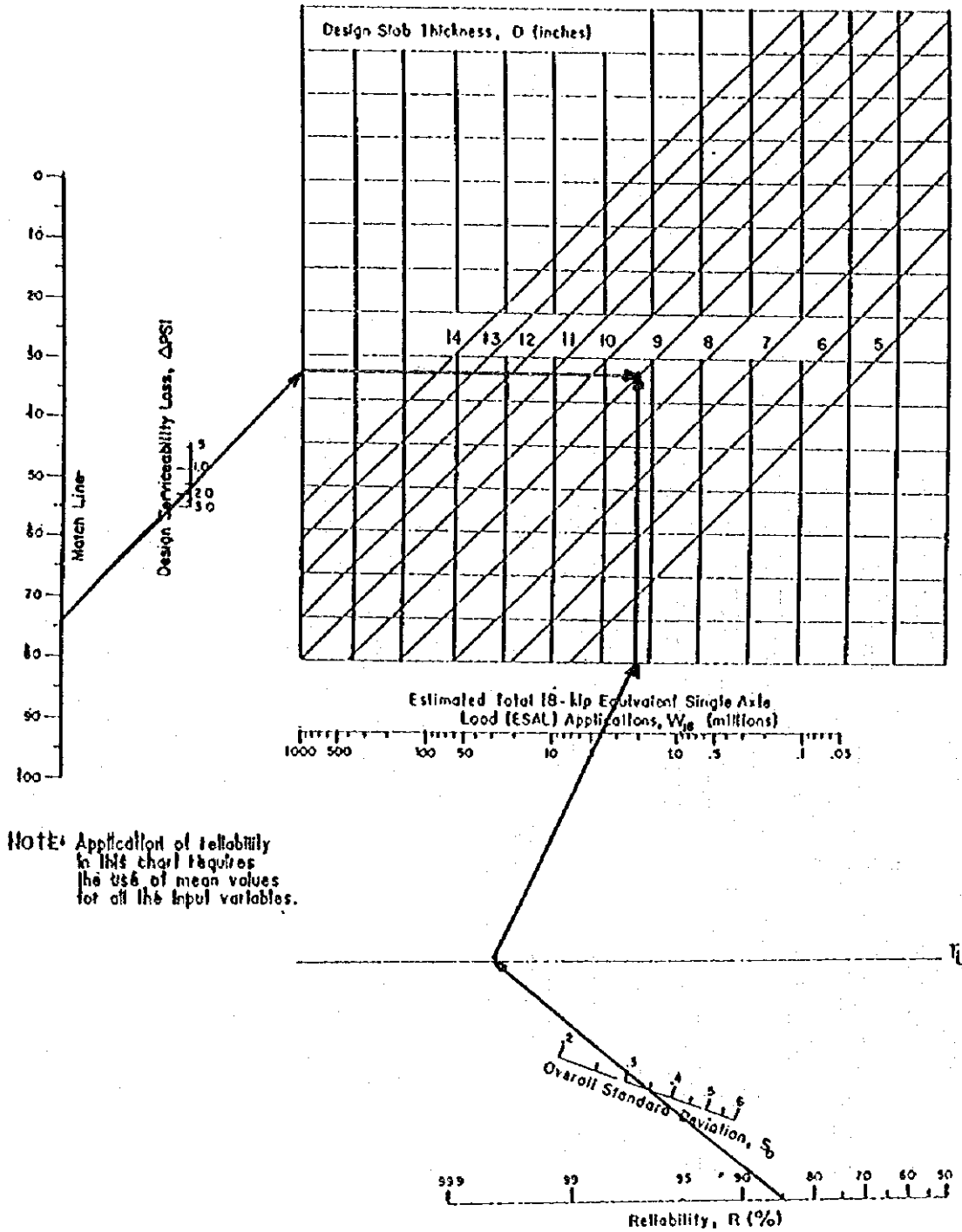


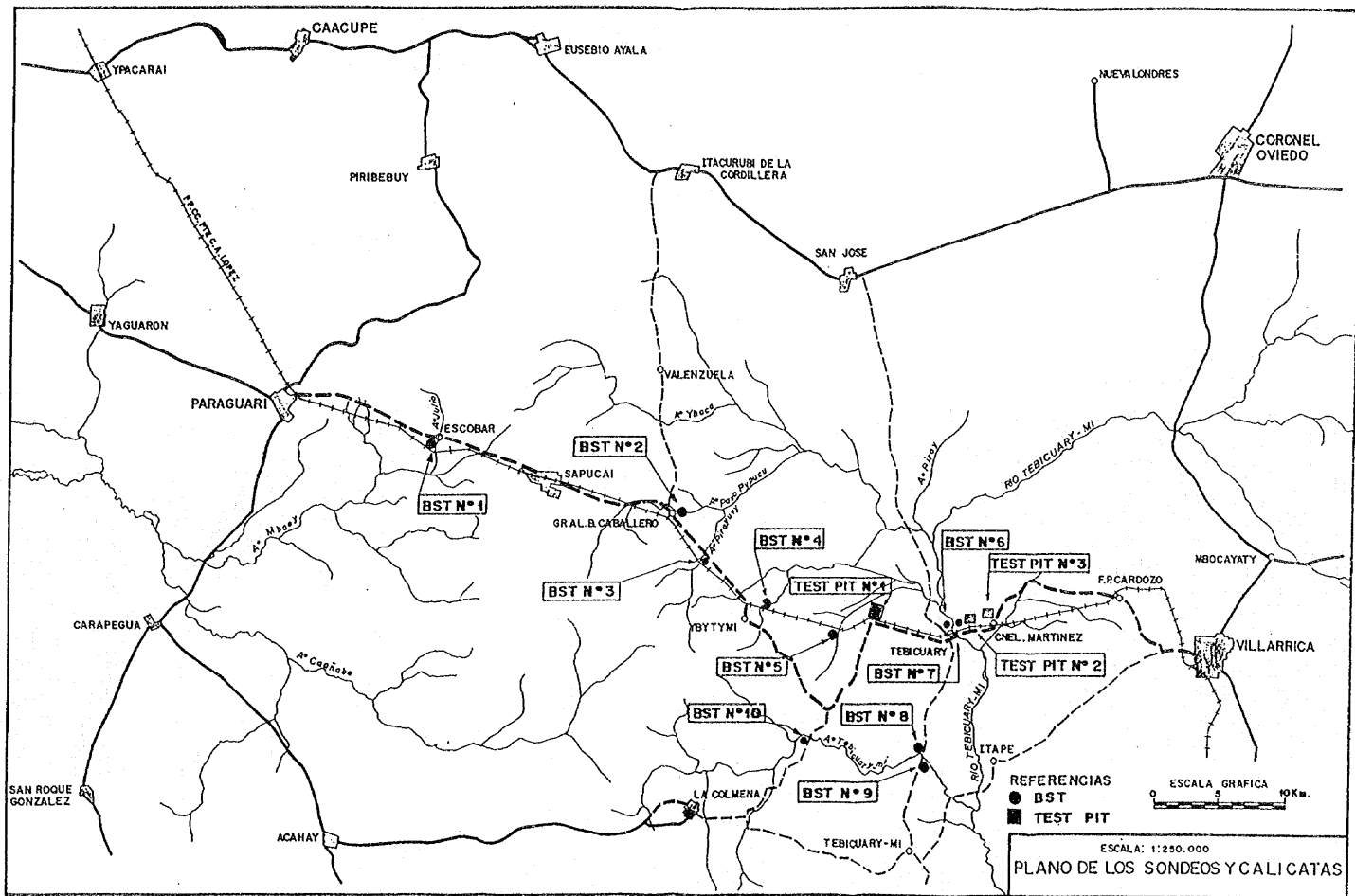
Figure A.C.17 Cuadro de Diseño para los Pavimentos Flexibles Basados en Valores Promedios Usados para Cada Variable de Entrada (Segmento 2)

**ANEXO D**


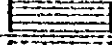

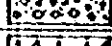
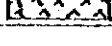
**RESULTADO DE ESTUDIO DE PERFORACION,  
PRUEBA DE MATERIAL DE CANTERA DE  
PRUEBA Y PIEDRA DE CANTERA  
EN PARAGUARI (C1)**

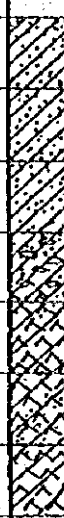
**Resultados de Estudio de Perforación  
y  
Pruebas de Laboratorio**




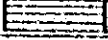


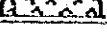



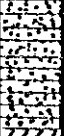




SOUNDING N° <b>BST 1</b>	WORK <b>JICA</b>	REFERENCES
DIAMETER OF BORING <b>3"</b>	LOCATION <b>ESCOBAR.</b>	CLAY 
METHOD OF BORING <b>ROTARY DRILL</b>	DATE OF ENDING	SILT 
PERFORMED BY <b>E. MARTINEZ</b>	VERTICAL SCALE <b>1:100</b>	SAND 
INSPECTED BY	PREPARED BY <b>C. LOPEZ..</b>	GRAVEL 
		ROCK 

Elevation	Depth	Water Level	Lithol. of core Profile	N° of Sample Classific.	Description	Penetration Test (SPT)						Data of Laboratory Test									
						N° of Strikes (Index N')						Natural Moisture	Liquid Limit	Plastic Limit	Passing Sieve 200 (%)	A	B	C	D		
						10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
120.60.00																					
	1.00			1	SC	clayey sand, yellowish brown and gray	(6)														
	2.00			2	SC	clayey sand, gray with small gravel.	(11)														
	3.00					Same as above.	(25)														
	4.00			4	SC	clayey sand, reddish brown and gray with small gravel.	(55)														
	5.00					Same as above with alternation of sandstone.	(50)														
	6.00					Same as above.	(50)														
	7.00			7	SC	Same as above.	(30)														
						FULL BOUNDING.															
						F.R. = Roof of stone.															

SERVICIOS S.R.L.  
 Servicios Técnicos de Ingeniería S.R.L.  
 Manduvirá 150 c/ Ntra. Sra. de la Asunción  
 Telefax: 491-801

SOUNDING IN BST2	WORK SICA	REFERENCES
DIAMETER OF BORING 3"	LOCATION CABALLERO	CLAY 
METHOD OF BORING ROTARY DRILL	DATE OF ENDING	SILT 
PERFORMED BY E. MARTINEZ	VERTICAL SCALE 1:100	SAND 
INSPECTED BY	PREPARED BY C. LOPEZ.	GRAVEL 
		ROCK 

Elev. - Bor.	Dep.	Water level	Lithol. log. of Pro- Be	N° of Sam- ple Dist. Re.	Description	Penetration Test (S.P.T.)					Data of Laboratory Test													
						N° of Strokes (Times N°)					Natural Moisture	Liquid Limit	Plastic Limit	Passing Sieve 200 (µ)										
						20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180		
88.25	0.00																							
	1.00			1 CL	clay of low compre- sibility, yellowish gray. -	(2)																		
	2.00					Same as above. -	(7)																	
	3.00			3 SH	Huddy sand gray. -	(8)																	(14 P)	
	4.00					Same as above. -	(10)																	
	5.00			5 CL	clay of low compre- sibility yellowish gray	(30)																		
	6.00					Same as above	(8)																	
	7.00					Same as above	(25)																	
T.R. ↓	8.00			8 SH	Huddy sand, gray.	(25)																	(14 P)	
	9.00					Same as above, with alteration of sand's Tone. -	(25)																	
	10.00					Same as above.	(25)																	
	11.00				FINAL BOUNDING.																			
	T.R.				Roof of stove. -																			

**SERTI S.R.L.**  
 Servicios Técnicos de Ingeniería S.R.L.  
 Manduyká 150 c/ Ntra. Sra. de la Asunción  
 Telefax: 491-801

SOUNDING N° <b>BST3</b>	WORK <b>JICA.</b>	REFERENCES
DIAMETER OF BORING <b>3"</b>	LOCATION <b>CABALLERO</b>	CLAY
METHOD OF BORING <b>ROTARY DRILL</b>	DATE OF ENDING	SILT
PERFORMED BY <b>G. MARTINEZ.</b>	VERTICAL SCALE <b>1:100</b>	SAND
INSPECTED BY	PREPARED BY <b>C. LOPEZ.</b>	GRAVEL
		ROCK

Ele. v. Bor	Dept	Water Level	Lith of Soil Profile	N° of Samples	Description	Penetration Test (SPT)					Data of Laboratory Test														
						N° of Strokes (Index N°)					Natural Moisture			Liquid Limit			Plastic Limit			Passing Sieve 200 (M)					
						10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
40.05	0.00																								
	1.00			1 CL	clay low compressibility, gray.-	(9)																			
	2.00				Same as above.-	(9)																			
	3.00			2 SH	Medium sand, gray	(6)																			(N.P)
	4.00				Same as above.-	(7)																			
	5.00			5 CL	clay of. low compressibility, yellowish gray.-	(7)																			
	6.00				Same as above.-	(9)																			
	7.00				Same as above.-																				
T.R. ↓	8.00			8 SC	Gravel of a muddy matrix, with small gravel yellowish gray.	(25)																			
	9.00				Same as above.-	(25)																			
	10.00				Same as above.-	(25)																			
					FINAL SOUNDING.																				
					T.R. = Roof. of. STONE.-																				


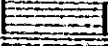



**SERVICIOS TÉCNICOS**  
 Servicios Técnicos de Ingeniería S. R. L.  
 Manduvirá 150 cl/ Ntra. Sra. de la Asunción  
 Telefax: 491-801

















SOUNDING IN <b>BST 4</b>	WORK <b>JICA.</b>	REFERENCES
DIAMETER OF BORING <b>3"</b>	LOCATION <b>YBYTYMI.</b>	CLAY
METHOD OF BORING <b>ROTARY DRILL</b>	DATE OF ENDING	SILT
PERFORMED BY <b>E. MARTINEZ.</b>	VERTICAL SCALE <b>1:100</b>	SAND
INSPECTED BY	PREPARED BY <b>C. LOPEZ.-</b>	GRAVEL
		ROCK

Elevación	Depth	Water level	Lithological Profile	N° of Samples Collected	Description	Penetration Test (SPT)		Data of Laboratory Test															
						N° of Strikes (Index N')		Natural Moisture	Liquid Limit	Plastic Limit	Passing Sieve 200 (X)												
113.63	0.00																						
	1.00			1 CL	clay of low compressibility, gray.	(15)																	
	2.00				Same as above.	(45)																	
	3.00			3 SH	Muddy sand, light brown.	(25)																	(N.P)
	4.00				Same as above.	(25)																	
	5.00			5 CL	clay of low compressibility, dark gray	(25)																	
	6.00				Same as above.	(25)																	
	7.00				Same as above.	(25)																	
					FINAL SOUNDING.																		

**SPITECSA S.R.L.**

Servicios Técnicos de Ingeniería S.R.L.  
Manduvirá 150 of Ntra. Sra. de la Asunción  
Telefax: 491-801

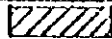
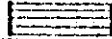

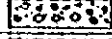
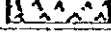
SOUNDING N° BST6	WORK JICA..	REFERENCES
DIAMETER OF BORING 3"	LOCATION YBYTYMI.	CLAY 
METHOD OF BORING ROTARY DRILL	DATE OF ENDING	SILT 
PERFORMED BY E. MARTINEZ	VERTICAL SCALE 1:100	SAND 
INSPECTED BY	PREPARED BY C. LOPEZ.	GRAVEL 
		ROCK 

















Elev. - Bor.	Depth	Water Level	Used obj. of Pro- file	N° of Samp- les Class- ific.	Description	Penetration Test (S.P.T)  N° of Strokes (Index N°)	Date of Laboratory Test													
							N	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
11805	0,00																			
	1,00			1 CL	clay of low compre- ssibility, dark gray	(16)														
	2,00			2 SH	Muddy sand, brown	(9)														(N.P)
	3,00				Same as above..	(4)														
	4,00				Same as above..	(5)														
	5,00			5 SH	Same as above..	(10)														(N.P)
	6,00				Same as above..	(9)														
	7,00				Same as above..	(6)														
	8,00			8 SH	Muddy sand, gray..	(24)														(N.P)
	9,00				Same as above..	(24)														
	10,00			10 CL	clay of low compre- ssibility, dark gray	(25)														
	11,00				Same as above..	(24)														
	12,00			12 SC	clayey sand, reddish brown	(21)														
	13,00				Same as above..	(21)														
	14,00				Same as above..	(22)														
	15,00			15 SC	same as above..	(22)														
	16,00				Same as above..	(25)														





**SERVICIOS TÉCNICOS DE INGENIERÍA S.R.L.**  
 Servicios Técnicos de Ingeniería S.R.L.  
 Manduvilá 150 of Mira. Sra. de la Asunción  
 Telefax: (91) 901

SOUNDING# BSTG	WORK JICA	REFERENCES
DIAMETER OF BORING 3"	LOCATION TEBICURY.	CLAY 
METHOD OF BORING ROTARY DRILL	DATE OF ENDING	SILT 
PERFORMED BY E. MARTINEZ.	VERTICAL SCALE 1:100	SAND 
INSPECTED BY	PREPARED BY C. LOPEZ..	GRAVEL 
		ROCK 

Eleva- tion	Dept	Water Level	Lit of og. and Pro- file	N° of Sam- ples (24h lit)	Description	Penetration Test (SPT)		Data of Laboratory Test														
						N° of Shakes (Index N')		Natural Moisture				Liquid Limit				Plastic Limit				Passing Sieve 200 (µ)		
						10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
10103	0.00																					
	1.00			1 SM	Muddy sand, gray	(1)															(N P)	
	2.00				Same as above..	(1)																
	3.00				Same as above..	(2)																
	4.00			4 SM	Same as above..	(3)																(N P)
	5.00				Same as above..	(4)																
	6.00				Same as above..	(4)																
	7.00			7 SP	Partly graduated sand, gray..	(4)																(N P)
	8.00				Same as above..	(5)																
	9.00				Same as above..	(10)																
	10.00			10 SP	Same as above..	(5)																(N P)
	11.00				Same as above..	(1)																
	12.00				Same as above..	(1)																
	13.00				Same as above..	(1)																
	14.00			14 SPS	Partly graduated and muddy sand, gray..	(9)																(N P)
	15.00				Same as above..	(2)																
	16.00				Same as above..	(25)																

# SERVICIOS

Servicios Técnicos de Ingeniería S.R.L.  
 Manduyutá 150 cl/Alta, Sra. de la Asunción  
 Telefax: 491 801

<b>SOUNDING N° BSTG (CONT.)</b>	WORK JICA.	REFERENCES
<b>DIAMETER OF BORING 3"</b>	LOCATION TEBICUARY	CLAY
<b>METHOD OF BORING ROTARY DRILL</b>	DATE OF ENDING	SILT
<b>PERFORMED BY E. MARTINEZ.</b>	VERTICAL SCALE 1:100	SAND
<b>INSPECTED BY</b>	PREPARED BY C. LOPEZ.	GRAVEL
		ROCK

Elev. Ion	Depth	Water Level	Lithological Profile	N° of Sample Classific	Description	Penetration Test (SPT)					Data of Laboratory Test										
						N° of Shakes (Index N')					Natural Moisture	Liquid Limit	Plastic Limit	Passing Sieve 200 (%)							
						10	20	30	40	50	30	30	30	40	50	60	70	80	90	100	
	16.00																				
	17.00			17 SU.	Muddy sand, gray																(N P)
	18.00				Same as above.																
					FINAL SOUNDING.																

SECRETARÍA

Servicios Técnicos de Ingeniería S.R.L.  
Manduvirá 150 of. 11ra. Sra. de la Asunción  
Teléfono: 491-801

SOUNDING N° BST 7	WORK JICA	REFERENCES
DIAMETER OF BORING 3"	LOCATION TEBICUARY	CLAY
METHOD OF BORING ROTARY DRILL	DATE OF ENDING	SILT
PERFORMED BY E. MARTINEZ	VERTICAL SCALE 1:100	SAID
INSPECTED BY	PREPARED BY C. LOPEZ	GRAVEL
		ROCK

Elevation	Depth	Water Level	Lithological Profile	N° of Sample Classific.	Description	Penetration Test (S.P.T.) N° of Strokes (index N')	Data of Laboratory Test															
							W	U	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
105.00	0.00																					
	1.00			1 SH	Muddy Sand, gray	(1)																(N P)
	2.00				Same as above.	(1)																
	3.00				Same as above.	(1)																
	4.00			4 SH	Same as above	(4)																(N P)
	5.00				Same as above	(4)																
	6.00				Same as above.	(7)																
	7.00				Same as above.	(20)																
	8.00			8 SP-SH	Thorly graduated and muddy sand, gray.	(11)																(N P)
	9.00				Same as above.	(6)																
	10.00				Same as above.	(1)																
	11.00			11 SP-SH	Same as above.	(13)																(N P)
	12.00				Same as above.	(17)																
	13.00				Same as above.	(17)																
	14.00				Same as above	(19)																
	15.00			15 SP-SH	Same as above.	(26)																(N P)
	16.00			16 CL	clay of. low com. pres. ability, ye. flowish gray.	(>50)																

**SPT S.R.L.**  
 Servicios Técnicos de Ingeniería S.R.L.  
 Manduvirá 150 c/ Htra. Sta. de la Asunción  
 Telefax: 491-801

<b>SOUNDING N°</b> BST 7 (CONT.)	WORK <i>dica</i>	<b>REFERENCES</b>
<b>DIAMETER OF BORING</b> 3"	<b>LOCATION</b> TEBICUARY.	<b>CLAY</b>
<b>METHOD OF BORING</b> ROTARY DRILL	<b>DATE OF ENDING</b>	<b>SILT</b>
<b>PERFORMED BY</b> E. MARTINEZ	<b>VERTICAL SCALE</b> 1:100	<b>SAND</b>
<b>INSPECTED BY</b>	<b>PREPARED BY</b> C. LOPEZ.	<b>GRAVEL</b>
		<b>ROCK</b>

Elevation	Depth	Water Level	Liquidity of Probe	N° of Sample Taken	Description	Penetration Test (S.P.T.)					Data of Laboratory Test											
						N° of Strokes (Index N°)					Natural Moisture	Liquid Limit	Plastic Limit	Passing Sieve 200 (%)	A	o	e	□				
						10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
	16.00				Clay of low compressibility, yellowish gray.																	
	17.00									( > 50 )												
	18.00				Same as above.					( > 50 )												
	19.00				Same as above.					( > 50 )												
					FINAL SOUNDING.																	

SOUNDING N° BSTB	WORK JICA.	REFERENCES
DIAMETER OF BORING 3"	LOCATION TEBICUARYMI	CLAY
METHOD OF BORING ROTARY DRILL	DATE OF ENDING	SILT
PERFORMED BY E. MARTÍNEZ.	VERTICAL SCALE 1:100	SAND
INSPECTED BY	PREPARED BY C. LOPEZ.	GRAVEL
		ROCK

Elev. (m)	Depth (m)	Water Level	Lithol. of Col. No. Re	N° of Sample Col. No. Re	Description	Penetration Test (SPT) N° of Strikes (Blows N°)	Data of Laboratory Test															
							Natural Moisture ..... A Liquid Limit ..... 0 Plastic Limit ..... 0 Passing Sieve 200 (%) ..... 0															
							10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140		
10.91	0.00																					
	1.00			1 SM	Muddy sand, gray.	(7)																(N P)
	2.00				Same as above.	(8)																
	3.00				Same as above.	(15)																
	4.00			4 FSH	Poorly graduated and muddy sand, gray.	(14)																(N P)
	5.00			5 SC	clayey sand, gray	(15)																
	6.00			6 SP	Poorly graduated sand, gray.	(15)																(N P)
	7.00				Same as above.	(15)																
	8.00				Same as above.	(15)																
	9.00				Same as above.	(11)																(N P)
	10.00				Same as above.	(11)																
	11.00				Same as above.	(11)																
	12.00				Same as above.	(10)																(N P)
	13.00				Same as above.	(11)																
	14.00				Same as above.	(9)																
	15.00				Same as above.	(11)																(N P)
	16.00				Same as above.	(19)																

**SERVICIOS S.R.L.**  
 Servicios Técnicos de Ingeniería S.R.L.  
 Mandujá 150 c/Itza Sra. de la Asunción  
 Telefax: 491-601

<b>SOUNDING #</b> BST8 (CONT.)	<b>WORK</b> JICA	<b>REFERENCES</b>
<b>DIAMETER OF BORING</b> 3"	<b>LOCATION</b> TEBICUARY MI.	<b>CLAY</b>
<b>METHOD OF BORING</b> ROTARY DRILL	<b>DATE OF ENDING</b>	<b>SILT</b>
<b>PERFORMED BY</b> E. MARTINEZ.	<b>VERTICAL SCALE</b> 1:100	<b>SAND</b>
<b>INSPECTED BY</b>	<b>PREPARED BY</b> C. LOPEZ.	<b>GRAVEL</b>
		<b>ROCK</b>

Elev. m	Depth	Water Level	Used optical Probe	N° of Samples Taken	Description	Penetration Test (SPT)					Data of Laboratory Test									
						N° of Strikes (in 10')					Natural Moisture Liquid Limit Plastic Limit Passing Sieve 200 (M)									
						10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	16.00																			
	17.00				Poorly graduated sand, gray. -					(25)										
	18.00			18 SRSH	Poorly graduated and muddy sand gray. -					(25)										
	19.00				Same as above. -					(25)										(N P)
	20.00				Same as above. -					(25)										
	20.00				FINAL SOUNDING.					(25)										

# SERVICIOS S.R.L.

Servicios Técnicos de Ingeniería S.R.L.  
 Mandujirá 150 cl/ Ntra. Sra. de la Asunción  
 Telefax: 491-801

SOUNDING IN BST9	WORK OFCA.	REFERENCES
DIAMETER OF BORING 3'	LOCATION TEBI CUAHYMI.	CLAY
METHOD OF BORING ROTARY DRILL	DATE OF ENDING	SILT
PERFORMED BY E. MARTINEZ.	VERTICAL SCALE 1:100	SAND
INSPECTED BY	PREPARED BY C. LOPEZ.	GRAVEL
		ROCK

Elev. - Bor.	Dept.	Water Level	Lithol- ogical Profile	N° of Sam- ple Classi- fic.	Description	Penetration Test (SPT)		Data of Laboratory Test												
						N° of Strokes (45x N°)		Natural Moisture	Liquid Limit	Plastic Limit	Passing Sieve 200 (%)									
						10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
164.26	0.00																			
	1.00			1 CL	clay of low comp sibility, gray.-	(6)														
	2.00				Same as above	(7)														
	3.00			3 SP-SH	Poorly graduated and m'ady sand, gray.-	(11)														(N.P)
	4.00				Same as above.-	(15)														
	5.00				Same as above.-	(14)														
	6.00			6 SP-SH	Same as above.-	(11)														(N.P)
	7.00				Same as above.-	(15)														
	8.00				Same as above	(15)														
	9.00			9 SP-SH	Same as above	(15)														(N.P)
	10.00				Same as above.-	(17)														
	11.00				Same as above.-	(11)														
	12.00			12 SP-SH	Same as above.-	(17)														(N.P)
	13.00				Same as above.-	(18)														
	14.00				Same as above	(22)														
	15.00			15 SP-SH	Same as above	(37)														(N.P)
	16.00				Same as above.	(50)														

**GRUPO S.A.**  
 Servicios Técnicos de Ingeniería S R L  
 Manduvirá 150 of Ntra. Sra. de la Asunción  
 Telefax: 491-001


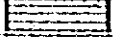
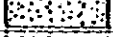
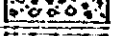

		<b>REFERENCES</b>
SOUNDING N° BST 8 (CONT.)	WORK JICA	CLAY
DIAMETER OF BORING 3"	LOCATION TEBICUARYNI.	SILT
METHOD OF BORING ROTARY DRILL	DATE OF ENDING	SAND
PERFORMED BY E. MARTINEZ.	VERTICAL SCALE 1:100. -	GRAVEL
INSPECTED BY	PREPARED BY C. LOPEZ.	ROCK





Elevation	Depth	Water Level	Lithological Profile	N° of Sample Cast	Description	Penetration Test (SPT)					Data of Laboratory Test																			
						N° of Strokes (Index N°)					Natural Moisture ..... A Liquid Limit ..... o Plastic Limit ..... e Passing Sieve 200 (%) ..... C																			
						10	20	30	40	50	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	16.00				Poorly graduated and muddy sand gray.					(50)																				
	17.00									(> 50)																				
	18.00			18 SP-SH	Same as above.					(> 50)																			(N P)	
	19.00				Same as above					(> 50)																				
	20.00				Same as above.					(> 50)																				
					FINAL SOUNDING.																									



**SERVICIOS TÉCNICOS**

Servicios Técnicos de Ingeniería S.R.L.  
Manduvirá 150 of. Ntra. Sra. de la Asunción  
Telefax 491-801

SOUNDING N° BST 10	WORK DICA.	REFERENCES
DIAMETER OF BORING 3"	LOCATION HECTOR L. VEGA	CLAY 
METHOD OF BORING ROTARY DRILL	DATE OF ENDING	SILT 
PERFORMED BY E. MARTINEZ	VERTICAL SCALE 1:100.	SAND 
INSPECTED BY	PREPARED BY C. LOPEZ	GRAVEL 
		ROCK 

Elevation	Depth	Water Level	Lithological Profile	N° of Sample Collected	Description	Penetration Test (SPT)		Data of Laboratory Test											
						N° of Strikes (Index N°)		Natural Moisture	Liquid Limit	Plastic Limit	Passing Sieve 200 (µ)								
						10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120		
119,56	0,00																		
	1,00			1 CL	Clay of low compressibility, dark gray	(17)													
	2,00				Same as above.	(10)													
	3,00			3 SC	clayey sand, gray	(15)													
	4,00				Same as above.	(20)													
T.R.	5,00			5 SH	Gravel of a muddy matrix, brown.	( > 50 )											(N.P.)		
	6,00			6 SP-SH	Gravel of a muddy matrix, yellowish brown.	( > 50 )											(N.P.)		
	7,00				Same as above.	( > 50 )													
	8,00				Same as above.	( > 50 )													
					FINAL SOUNDING.														
					T.R. Roof of Stone..														

**SINTECI S.R.L.**  
 Servicios Técnicos de Ingeniería S.R.L.  
 Teléfono: 491-801

**SUMMARY LIST OF LABORATORY TEST RESULTS**

OBRA: JICA  
 UBICACION:  
 SOLICITADO POR:

FECHA:

FOND	MAESTRA	PROPAGANDAS	W	L1	UP	PI	PASANTE TAMIZ			CUS	DESCRIPCION		
							475	75	150				
Nº	D	A	200	425	750	1000	200	425	750	1500	Specific gravity Tn/m3		
EST 1	1	0.65	1.00	19.5	24.8	10.4	14.4	100.0	92.3	79.0	29.4	2.65	ARENA ARABESADA, MARCON ARRANDEADO Y GUS
	2	1.55	2.00	15.2	15.7	12.5	11.1	92.2	55.3	24.2	18.2	2.60	ARENA ARABESADA, GUS, CON GRANULAS
	4	3.55	4.00	15.2	15.2	16.2	15.0	91.3	50.5	32.0	25.8	2.63	ARENA ARABESADA, MARCON TAPADO Y GUS, CON GRANULAS
	7	6.55	7.00	12.5	14.5	14.6	15.3	53.8	55.0	45.0	35.0	2.60	Idem.
EST 2	1	0.65	1.00	13.9	21.5	12.5	9.2	100.0	93.0	66.4	53.4	2.65	ARENA ARABESADA, DE CARA ARABESADA, GUS
	3	2.65	3.00	21.0	-	-	NP	100.0	92.4	25.0	16.2	2.61	ARENA FINESA, GUS
	5	4.65	5.00	19.4	27.5	11.0	16.5	100.0	98.5	39.5	22.8	2.67	ARENA FINA ARABESADA, DE MEDIDA PASA, GUS ARRANDEADO
	3	7.55	8.00	18.1	-	-	NP	100.0	83.0	25.4	18.2	2.62	ARENA FINESA, GUS
EST 3	1	0.65	1.00	20.1	27.7	17.2	10.0	100.0	94.6	53.3	55.2	2.64	ARENA ARABESADA, DE CARA ARABESADA, GUS
	3	2.65	3.00	13.4	-	-	NP	95.5	49.2	24.0	17.3	2.67	ARENA FINESA, GUS
	5	4.65	5.00	20.7	29.0	10.5	17.5	100.0	100.0	50.4	25.0	2.63	ARENA FINA ARABESADA, DE MEDIDA PASA, GUS ARRANDEADO
	3	7.55	8.00	17.3	24.1	11.2	12.9	95.9	72.5	31.2	22.0	2.61	ARENA ARABESADA, GUS ARRANDEADO, CON GRANULAS
EST 4	1	0.65	1.00	20.4	30.2	14.2	16.6	100.0	97.2	21.5	21.2	2.61	ARENA FINA ARABESADA, DE MEDIDA PASA, GUS ARRANDEADO
	3	2.65	3.00	20.0	-	-	NP	100.0	94.2	35.4	19.0	2.62	ARENA FINESA, MARCON TAPADO
	5	4.65	5.00	20.0	32.5	14.0	25.5	100.0	94.4	33.0	30.0	2.65	ARENA ARABESADA, DE MEDIDA PASA ARRANDEADO, GUS ARRANDEADO
EST 5	1	0.65	1.00	20.5	31.5	14.8	16.2	97.5	95.3	33.3	33.0	2.68	ARENA FINA ARABESADA, DE MEDIDA PASA, GUS ARRANDEADO
	2	1.55	2.00	17.7	-	-	NP	100.0	100.0	55.0	25.2	2.62	ARENA FINESA, MARCON
	5	4.65	5.00	19.0	-	-	NP	100.0	93.0	13.4	12.4	2.59	Idem
	5	7.55	8.00	19.5	-	-	NP	97.2	94.7	22.0	27.5	2.62	ARENA FINESA, GUS
	10	9.65	10.00	19.5	40.2	13.3	24.5	100.0	96.5	21.0	21.0	2.66	ARENA ARABESADA, DE MEDIDA PASA ARRANDEADO, GUS ARRANDEADO
	12	11.55	12.00	19.5	38.2	14.9	23.2	100.0	97.3	20.4	29.1	2.67	ARENA ARABESADA, MARCON TAPADO
	15	14.55	15.00	15.5	35.3	15.0	23.3	100.0	100.0	33.0	45.5	2.65	Idem
	18	17.55	18.00	15.2	35.7	14.7	24.0	100.0	95.3	20.2	26.5	2.67	Idem

**SERTECI S.R.L.**  
 Servicios Técnicos de Ingeniería S.R.L.  
 Telefax: 491-801

**SUMMARY LIST OF  
 LABORATORY TEST RESULTS**

OBRA: \_\_\_\_\_  
 UBICACION: \_\_\_\_\_  
 SOLICITADO POR: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

PUNTO	MUESTRA	PROFUNDIDAD	W	LL	LP	IP	PASANTE TAMIZ				CUS	Specific gravity Tn/m <sup>3</sup> .	DESCRIPCION
							#20	#40	#100	#200			
B5T6	1	0.55	1.00	12.5			NP	100.0	100.0	38.0	13.5	SM	Arena limosa. CTS
	2	2.55	4.00	14.3			NP	100.0	85.6	32.4	13.4	SM	Idem.
	7	5.55	7.00	15.5			NP	100.0	80.0	19.0	2.0	SP	Arena fina a media. CTS
	10	9.55	10.00	17.9			NP	100.0	76.4	12.1	3.0	SP	Idem.
B5T7	14	14.00	14.45	12.4			NP	100.0	78.8	15.4	6.4	SP-SM	Arena algo limosa. CTS
	17	17.00	17.45	17.7			NP	91.7	76.0	24.3	20.0	SM	Arena limosa. CTS
	1	0.55	1.00	13.9			NP	100.0	100.0	53.4	15.2	SM	Arena limosa. CTS
	4	2.55	4.00	21.0			NP	100.0	100.0	55.0	16.6	SM	Idem.
	6	7.55	8.00	19.4			NP	100.0	89.0	9.5	5.9	SP-SM	Arena algo limosa. CTS
	11	10.55	11.00	18.1			NP	100.0	90.0	10.4	6.2	SP-SM	Idem.
	16	14.55	15.00	20.0			NP	100.0	88.4	9.7	6.1	SP-SM	Idem.
	15	15.55	15.00	25.1	33.6	16.4	17.2	100.0	100.0	94.0	67.8	CL	Arenas limo arenosas de mediana a bast. CTS amarillentas
B5T8	1	0.55	1.00	17.4			NP	97.5	73.3	27.5	19.5	SM	Arena limosa. CTS
	4	2.55	4.00	20.2			NP	100.0	95.5	22.2	5.9	SP-SM	Arena algo limosa. CTS
	5	4.55	5.00	15.2	26.0	10.9	17.1	100.0	100.0	48.0	38.0	SC	Arena arenosa. CTS
	6	5.55	6.00	20.4			NP	100.0	55.2	7.4	3.2	SP	Arena fina a media. CTS
	9	8.55	9.00	18.2			NP	100.0	100.0	25.5	3.0	SP	Idem.
	12	11.55	12.00	17.5			NP	100.0	93.0	17.0	2.0	SP	Idem.
	15	14.55	15.00	17.3			NP	100.0	100.0	25.5	3.0	SP	Idem.
	12	17.55	18.00	17.8			NP	90.7	43.1	12.5	8.4	SP-SM	Arena algo limosa. CTS

**SIRTECI S.R.L.**

Servicios Técnicos de Ingeniería S.R.L.  
Teléfonic 491-801

**SUMMARY LIST OF  
LABORATORY TEST RESULTS**

FECHA:

OBRA:  
UBICACION:  
SOLICITADO POR:

PUZOS	Nº	MUESTRA	PROFUNDIDAD	W	U	LP	IP	PASANTE TAMIZ				CUS	DESCRIPCION			
								20	40	75	150					
		Nº	Dg	A	Ca	Co	Fe	SiO	CaO	SiO2	CaO					
		1	0.55	1.00	17.1	30.0	10.3	19.2	100.0	95.2	75.4	53.2	Cl		2.68	Arena arenosa, de mediana clasificación. CTS
		3	2.55	3.00	19.1	-	-	NP	100.0	83.4	15.0	6.4	SP-SM		2.62	Arena algo limosa. CTS
		6	5.55	6.00	17.3	-	-	NP	100.0	83.0	18.0	6.0	SP-SM		2.60	Idem.
		9	8.55	9.00	17.0	-	-	NP	100.0	54.6	12.2	6.0	SP-SM		2.60	Idem.
		12	11.55	12.00	16.5	-	-	NP	100.0	75.2	15.6	6.8	SP-SM		2.61	Idem.
		15	15.55	16.00	17.5	-	-	NP	57.7	58.2	14.5	6.6	SP-SM		2.62	Idem.
		18	17.55	18.00	13.7	-	-	NP	81.4	43.1	14.3	9.0	SP-SM		2.60	Idem.
		1	0.55	1.00	19.1	37.9	15.6	21.3	100.0	93.0	79.0	71.5	Cl		2.64	Arena limo arenosa, de mediana mast. CTS oscuro
		3	2.55	3.00	13.4	21.2	12.0	9.2	100.0	89.7	51.0	37.7	SC		2.63	Arena arenosa. CTS
		5	4.55	5.00	12.5	-	-	NP	100.0	89.2	17.5	16.2	SM		2.62	Arena limosa, maston
		5	5.55	5.00	17.2	-	-	NP	100.0	51.0	9.8	7.8	SP-SM		2.55	Arena algo limosa, maston amarillento

**Resultados de Prueba de Material  
de  
Canteras de Prueba**

SEATZIC S.R.L. Servicios Técnicos de Ingeniería S.R.L. Telefax: 497-801		SUMMARY LIST OF LABORATORY TEST RESULTS										OBRA: JICA UBICACION: SOLICITADO POR:		FECHA:							
PROB Nº	MUESTRA Nº	profundidad m	W g	U g	U <sub>P</sub> g	U <sub>P</sub> %	IPI g	IPI %	PASANTE TAMIZ 75 µ	200 µ	425 µ	600 µ	75 µ	CLAS	Specific Gravity T/m <sup>3</sup>	Unit Weight T/m <sup>3</sup>	Compaction Diameter	H op	CBR %	DESCRIPCION	
	TP 1	1	0.50	-	15.4	20.2	11.5	8.7	100.0	91.2	63.4	57.0	CL		2.04	1.497	2.02	9.70	18.50	Arzila arenosa de baja cohesión. 27% arcamiento	
	TP 1	2	1.00	-	24.2	29.7	12.6	17.1	100.0	96.2	70.0	64.4	CL		2.06	1.500	2.01	11.50	17.50	Arzila arenosa. de mediana cohesión. 07% arcamiento	
	TP 2	1	0.50	-	29.1	45.5	22.1	22.4	100.0	100.0	92.0	81.4	CL		2.06	1.337	1.83	15.80	7.40	Arzila limo arenosa. de mediana cohesión. 07% arcamiento	
	TP 2	2	1.00	-	30.3	51.2	17.3	23.4	100.0	100.0	94.5	85.6	CH		2.70	1.422	1.82	19.20	2.10	Arzila limo arenosa. de alta cohesión. 07% arcamiento	
	TP 3	1	0.50	-	25.0	48.6	22.1	25.5	100.0	100.0	93.7	83.1	CL		2.87	1.225	1.99	19.70	2.00	Arzila limo arenosa. de mediana cohesión. 07% arcamiento	
	TP 3	2	1.00	-	37.5	56.2	23.8	27.4	100.0	100.0	96.0	99.4	CH		2.89	1.204	1.71	19.20	3.20	Arzila limo arenosa. de alta cohesión. 07% arcamiento	

**Piedra de Pruebas de Laboratorio  
de Cantera en Paraguarí (C1)**





Tomás Alberto Vega  
Ingeniero Civil  
Tel: 610345  
RH : 611500 Cod.5477

Estudio de suelos

Fundaciones

ENSAYO DE PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GROSOS

Obra : JICA.  
Tramo y Kilómetro :  
Yacimiento : CAUTERA PARAGUARI.  
Profundidad :  
Huestra Nº : 4  
Método de Ensayo : ASTM D 75-70  
Fecha del Ensayo : 25-09-96  
Laboratorista : G. PAIVA.-

OPERACION	Unidad	Fórmula	Ensayo 1	Ensayo 2
Peso en el aire, de la piedra secada en la estufa.....(1)	grs.		3008	3006
Peso en el aire, de la piedra saturada y de superf. seca....(2)	grs.		3040	3008
Peso en el agua, de la piedra saturada.....(3)	grs.		1950	1948
Volumen Aparente de la piedra...(4)	cm <sup>3</sup>	(2)-(3)	1060	1060
Peso Especifico Aparente de la piedra secada en la estufa....(5)	grs/cm <sup>3</sup>	(1)/(4)	2838	2836
Peso Especifico Aparente de la piedra saturada y sup. seca...(6)	grs/cm <sup>3</sup>	(2)/(4)	2840	2838
Volumen Real.....(7)	cm <sup>3</sup>	(1)-(3)	1058	1058
Peso Especifico Real.....(8)	grs/cm <sup>3</sup>	$\frac{(1)}{(1)-(3)}$	2843	2841
Peso del agua absorbida.....(9)	grs.	(2)-(1)	2.0	2.0
Absorción.....(10)	%	$\frac{(9) \times 100}{(1)}$	0.066	0.066

Fecha y hora del Inicio de la Absorción : 24-09-96

Fecha y hora del Término de la Absorción : 25-09-96

Promedio del Peso Especifico de la piedra secada en la estufa 2837 kgs/m<sup>3</sup>

Promedio del Peso Especifico de la piedra saturada y sup. seca 2839 Kgs/m<sup>3</sup>

Promedio del Peso Especifico Real de las partículas 2842 kgs/m<sup>3</sup>

Promedio de Absorción 0,066 %

  
TOMÁS A. VEGA CENTURIÓN  
INGENIERO CIVIL

  
Jefe del Laboratorio

Tomás Alberto Vega

Ingeniero Civil

Tel: 610345

IM : 611500 Cod. 5477

Estudio de suelos

Fundaciones

ENSAYO DE DESGASTE DE AGREGADOS POR ACCION MECANICA O ABRASION

"LOS ANGELES"

Obra : JICA  
 Tramo y Kilómetro:  
 Yacimiento : CANTEERA PARAGUARI  
 Profundidad :  
 Muestra N° : 1  
 Especificación :  
 Método del Ensayo : AASHTO T 96-90  
 Fecha del Ensayo : 25-09-96  
 Laboratorio : G. PAIVA - TRALA

Tamaño del Tamiz		Peso en Gramos			
Pasando	Retenido	Graduac. A	Graduac. B	Graduac. C	Graduac. D
38.1 mm (1 1/2")	25.4 mm (1")	1.250 ± 25			
25.4 mm (1")	19.0 mm (3/4")	1.250 ± 25			
19.0 mm (3/4")	12.7 mm (1/2")	1.250 ± 10	2.500 ± 10		
12.7 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	1.250 ± 10	2.500 ± 10		
9.5 mm (3/8")	6.35 mm (1/4")			2.500 ± 10	
6.35 mm (1/4")	4.75 mm (Nº 4)			2.500 ± 10	
4.75 mm (Nº 4)	2.36 mm (Nº 8)				5.000 ± 10
Total.....		5.000 ± 10	5.000 ± 10	5.000 ± 10	5.000 ± 10

Ensayo realizado de acuerdo a la Graduación : (B)..  
 Peso original de la Muestra (en gramos) = 5000  
 Peso del retenido en el tamiz N° 12 (en gramos) = 4057  
 Peso de la pérdida (en gramos) = 943

Porcentaje de desgaste =  $\frac{\text{Peso de la pérdida (gramos)}}{\text{Peso original (gramos)}} \times 100 = 18,86\%$

OBSERVACIONES:

  
 TOMÁS VEGA CENTURION  
 INGENIERO CIVIL

  
 Jefe del Laboratorio

Tomás Alberto Vega  
 Ing. Civil  
 Tel: 610345  
 RM : 611500 Cod. 5477

Estudio de suelos

Fundaciones

ENSAYO DE DESGASTE DE AGREGADOS POR ACCION MECANICA O ABRASION  
"LOS ANGELES"

Obra : JICA  
 Tramo y Kilómetro:  
 Yacimiento : CAUTERA PARAGUARI.  
 Profundidad :  
 Muestra Nº : 2  
 Especificación :  
 Método del Ensayo: ASTM T 180-70  
 Fecha del Ensayo : 30-09-96  
 Laboratorista : E. PAIVA - DEACA.


Tamaño del Tamiz		Peso en Gramos			
Pasando	Retenido	Graduac. A	Graduac. B	Graduac. C	Graduac. D
38.1 mm (1 1/2")	25.4 mm (1")	1.250±25			
25.4 mm (1")	19.0 mm (3/4")	1.250±25			
19.0 mm (3/4")	12.7 mm (1/2")	1.250±10	2.500±10		
12.7 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	1.250±10	2.500±10		
9.5 mm (3/8")	6.35 mm (1/4")			2.500±10	
6.35 mm (1/4")	4.75 mm (Nº 4)			2.500±10	
4.75 mm (Nº 4)	2.36 mm (Nº 8)				5.000±10
Total.....		5.000±10	5.000±10	5.000±10	5.000±10

Ensayo realizado de acuerdo a la Graduación : (A)  
 Peso original de la Muestra (en gramos) = 5.000.-  
 Peso del retenido en el tamiz Nº 12 (en gramos) = 4.051.-  
 Peso de la pérdida (en gramos) = 949.-

Porcentaje de desgaste =  $\frac{\text{Peso de la pérdida (gramos)}}{\text{Peso original (gramos)}} \times 100 = 18.98$

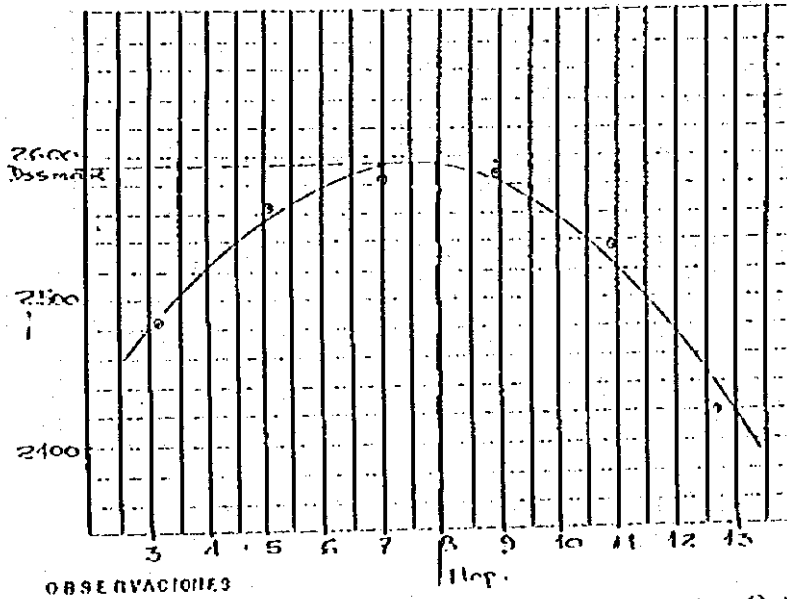
OBSERVACIONES:

  
 TOMÁS VEGA CENTURIÓN  
 INGENIERO CIVIL

  
 Jefe de Laboratorio

**Ensayo de Compactación**

MUESTRA N° : 310A ..	MÉTODO : ANSICO TÁBO		FECHA : 22-09-86			
PROFUNDIDAD :	N° MOLDE : 2		OPERADOR : J. J. M. A. - OVEW			
UBICACIÓN : CANTERA TAPAGUAZÚ.			VERIF. POR : A. M.			
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	9.870	9.835	9.979	10.100	10.090	9.907
PESO MOLDE	4.229	4.229	4.229	4.229	4.229	4.229
PESO SUELO HUMEDO	5.641	5.606	5.750	5.879	5.861	5.678
VOLUMEN MOLDE	2082	2082	2082	2082	2082	2082
DENSIDAD HUMEDA	2.565	2.693	2.762	2.819	2.815	2.727
N° CAPSULA	27	3	74	29	60	100
PESO TOTAL HUMEDO	142.92	116.67	109.60	165.17	131.97	174.46
PESO TOTAL SECO	139.68	112.37	104.15	151.57	123.15	159.04
TARA CAPSULA	38.27	28.00	26.24	35.75	12.23	37.86
PESO DEL AGUA	3.24	4.30	5.45	10.60	8.82	15.4
PESO SUELO SECO	101.44	81.37	77.89	118.82	80.92	121.20
% HUMEDAD	3.2	5.1	7.0	8.9	10.9	12.7
PROMEDIO HUMEDAD	2485	2562	2581	2589	2538	2470
DENSIDAD SECA	2485	2562	2581	2589	2538	2470



HUMEDAD HIGROSCÓPICA	
N° CAPSULA	
PESO TOTAL HUMEDO	
PESO TOTAL SECO	
TARA CAPSULA	
PESO DEL AGUA	
PESO SUELO SECO	
% HUMEDAD	
RESULTADOS	
DENSIDAD MÁX. SECA	2.59
HUMEDAD ÓPTIMA	7.9%
GRAN. DEF. SUELO SECO	
GRANOS DE COMPACTACIÓN	

OBSERVACIONES: 11op.  
 - La muestra utilizada cumple con la faja granulométrica de la M-40.

*[Signature]*  
**TOMAS ALBERTO VEGA**  
 INGENIERO CIVIL

Asunción, 10 de octubre de 1996

## INFORME TECNICO DE ENSAYOS

### DE LABORATORIO

OBRA: JICA - RUTA: "PARAGUARI - VILLARRICA"

#### I) GENERALIDADES - OBJETIVOS

El trabajo tiene por objeto la verificación de la resistencia a la penetración (C.B.R.) de una mezcla para Base Estabilizada Granulométricamente que cumple con la faja de las Especificaciones correspondiente de la ruta "Limpio - Emboscada" que se adjunta y cuyos materiales fueron extraídos en las proximidades del trazado de la ruta mencionada: (PARAGUARI - VILLARRICA).

#### II) TRABAJOS REALIZADOS

##### 1 - DE CAMPO:

Se procedió a la extracción de muestras para la mezcla a las que fueron denominadas: M1, M2 y M3; y cuyos lugares son los siguientes:

M1 - Cantera Paraguari.

M2 - Arena Río Tebicuary - Localidad de Tebicuary.

M3 - Suelo seleccionado - (A2 - 4) - Próximo al sondeo BST5 (Ybytyni) DE 1.50 - 2.00 de profundidad.

##### 2 - DE LABORATORIO

Se realizaron los siguientes ensayos:

- "Análisis granulométrico" de cada material.
- "Límites de Atterberg" del material M3.
- Proyecto de la mezcla por el método de la D.N.V. de Argentina.
- "Compactación AASHO T180" de la mezcla.
- "Análisis granulométrico" de la mezcla.
- "CBR" - Método dinámico simplificado en condición embebida y sin embeber.

#### III) RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados como se puede observar en las planillas correspondientes son satisfactorios. Han superado en un 85% o más las exigencias de las especificaciones a la densidad máxima del proctor por lo que es apta para su objetivo.

TOMÁS ALBERTO VEGA

ESTUDIO DE SUELOS

ING. CIVIL

TEL: 610345 - D.H. : 449949

FUNDICIONES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

OBRA: OFICINA

MUESTRA N°: (M1) - P = 8.000 gr

MUESTRA N°: (M2) - P = 2.000 gr

MUESTRA TIPO: CAUTERIZADA TARAGUARI

MUESTRA TIPO: ARENA

DIAMETRO N°	ABERTURA en mm	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	PESO QUE PASA	% QUE PASA	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	PESO QUE PASA	% QUE PASA
2"	50.8	0,00	0,00	0,00	8000	100%					
1 1/2"	38.1	328	328	4,1	7672	95,9					
1"	25.4	—	—	—	—	—					
3/4"	19.1	2160	2488	31,1	5812	68,9					
1/2"	12.7	—	—	—	—	—					
3/8"	9.52	—	—	—	—	—					
1/4"	6.35	—	—	—	—	—					
4	4.76	2000	4488	56,1	3512	43,9					
8	2.38	776	5264	65,8	2736	34,2					
10	2.00	—	—	—	—	—	0,0	0,0	0,0	2000	100,0
12	1.68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	1.19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	0.84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	0.59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	0.42	1166	6720	84,0	1280	16,0	111,0	111,0	5,7	188,6	94,3
50	0.297	—	—	—	—	—	382,0	196,0	21,8	1504	75,2
60	0.250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	0.210	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	0.172	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	0.149	—	—	—	—	—	1002	1198	74,9	502	25,1
120	0.125	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
140	0.105	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
170	0.080	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200	0.074	960	7680	96,0	320	4,0	170	1968	98,1	32	1,6
240	0.063	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
270	0.053	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
FONDO		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PESO TOTAL		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

*[Signature]*  
 TOMÁS ALBERTO VEGA  
 INGENIERO CIVIL

FECHA: 2-10-96

OPERADOR: PAULA PALA VERIFICO: N.Y.

TOMAS ALBERTO VEGA

ESTUDIO DE SUELOS

ING. CIVIL

TEL: 610345 D.H. 1-42943

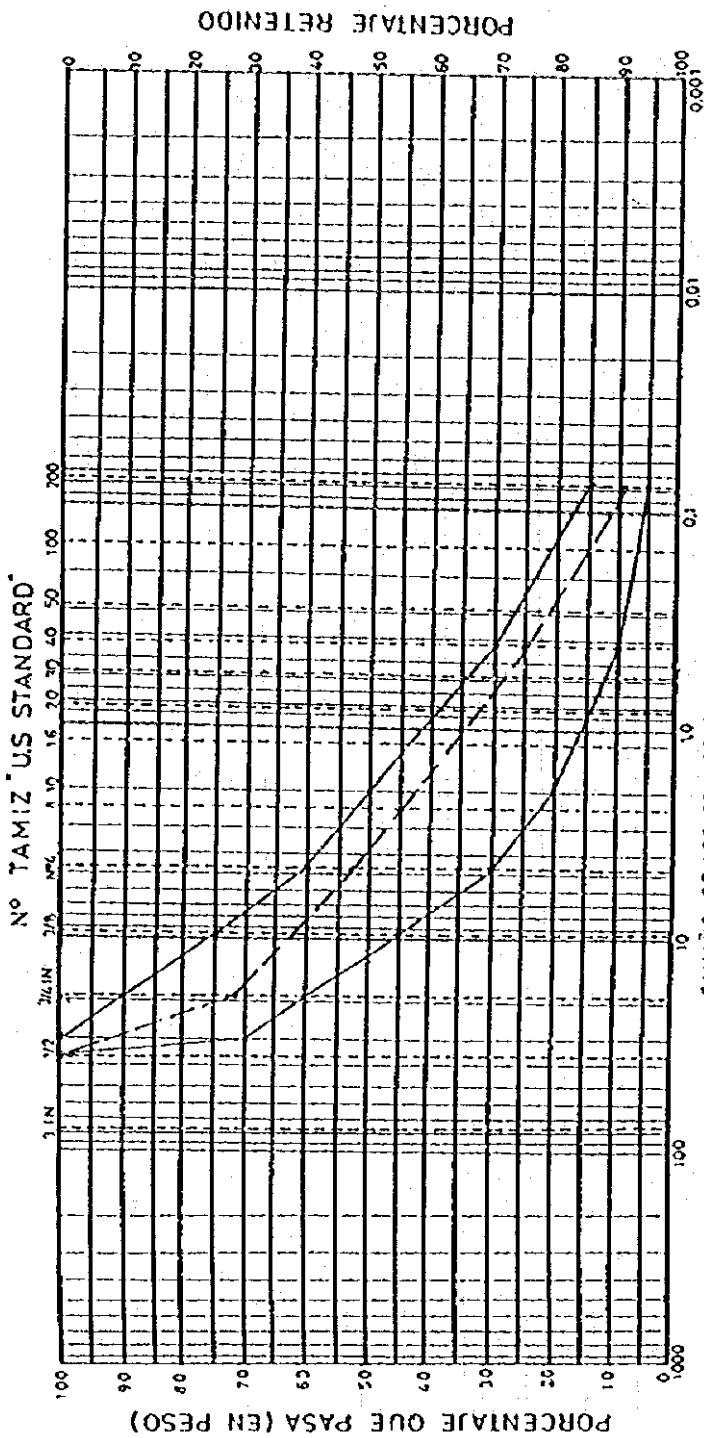
LIMONCITOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

OBRA: DICA							H = 8.000 Gr				
MUESTRA N°: (H3) - P.T. = 200 Gr							MUESTRA N°: MEZCLA (H1, H2, H3)				
MUESTRA TIPO: SUELO SELECCIONADO							MUESTRA TIPO: M = 82.0%; 11.8%; 1.2%; 5.0%				
TAMIZ N°	ABERTURA en mm	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	PESO QUE PASA	% QUE PASA	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	PESO QUE PASA	% QUE PASA
2"	50.8						---	---	---	---	---
1 1/2"	38.1						120	120	1.5	7980	98.5
1"	25.4						---	---	---	---	---
3/4"	19.1						2120	2240	28.0	5760	72.0
1/2"	12.7						---	---	---	---	---
3/8"	9.52						---	---	---	---	---
1/4"	6.35						---	---	---	---	---
4	4.76						1520	3760	47.0	4240	53.0
8	2.38						640	4400	55.0	3600	45.0
10	2.00	0.00	0.00	0.00	200.0	100.0	---	---	---	---	---
12	1.68	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
16	1.19	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
20	0.84	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
30	0.59	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
40	0.42	10.2	10.2	20.1	159.8	79.9	1560	5960	74.5	2040	25.5
50	0.297	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
60	0.250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
70	0.210	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
80	0.172	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
100	0.149	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
120	0.125	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
140	0.105	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
170	0.088	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
200	0.074	103.8	114.0	72.0	56.0	28.0	1280	7240	90.5	760	9.5
240	0.063	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
270	0.053	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
FONDO		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PESO TOTAL		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

*[Signature]*  
 TOMAS ALBERTO VEGA  
 INGENIERO CIVIL

FECHA 2-10-96 OPERADOR TAIVA-IRALA VERIFICO A.N.



BOLONES: GRUESA FINA | GRUESA MEDIANA | FINA  
 MUESTRA Nº: ELEVO PROF. CLASIFICACION: MCA1 LL L.P. L.P.

OBRA: OBRAS  
 TOMAS ALBERTO VEGA  
 LING. CIVIL  
 PERFORACION N°  
 FECHA: 7-10-98

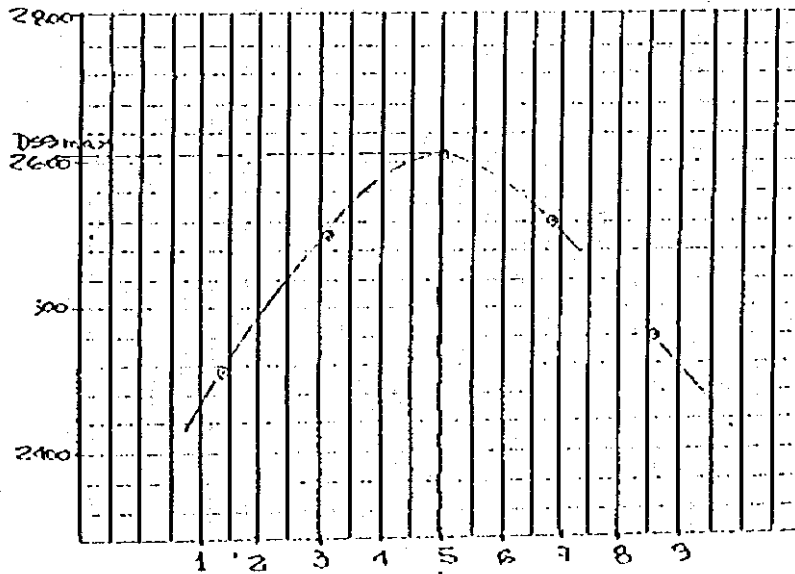
TAMAÑO DE LOS GRANOS EN mm  
 LIMO O ARCILLA

MEZCLA: M13 82% ; M3 10% ; M2 8% ; M3 10% ; M2 8% ; M3 10% ; M2 8%  
 DATA: LIMPO - CARRERA (D10)2  
 FECHA Y OBRAS ESTABILIZADA DATA: LIMPO - CARRERA (D10)2



Ensayo de Compactación

MUESTRA N° 2 - Dick	MÉTODO ANSIMO T 180				FECHA: 3-10-76
PROFUNDIDAD ---	N° MOLDE 1395				OPERADOR: PAJON - TOMA
UBICACION CALIETA PARAGUARI					VERIF POR: A.V.
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	9.125	9.313	9.927	9.925	9.810
PESO MOLDE	4.233	4.233	4.233	4.233	4.233
PESO SUELO HUMEDO	5.192	5.180	5.694	5.692	5.607
VOLUMEN MOLDE	2.082	2.082	2.082	2.082	2.082
DENSIDAD HUMEDA	2.494	2.632	2.735	2.731	2.693
N° CAPSULA	38	80	104	121	108
PESO TOTAL HUMEDO	78.30	84.39	90.89	90.02	88.51
PESO TOTAL SECO	77.46	82.31	87.39	85.17	82.86
TARA CAPSULA	17.31	17.21	17.29	17.17	17.16
PESO DEL AGUA	0.84	2.08	3.50	4.64	5.65
PESO SUELO SECO	60.15	65.10	70.10	68.25	65.70
% HUMEDAD	1.4	3.2	5.0	6.8	8.6
PROMEDIO HUMEDAD	---	---	---	---	---
DENSIDAD SECA	2459	2550	2605	2560	2480



HUMEDAD HIGROSCOPICA	
N° CAPSULA	
PESO TOTAL HUMEDO	
PESO TOTAL SECO	
TARA CAPSULA	
PESO DEL AGUA	
PESO SUELO SECO	
% HUMEDAD	
RESULTADOS	
DENSIDAD MAS SECA	2605
HUMEDAD OPTIMA	5.6%
PESO DEL SUELO SECO	
GRADO DE COMPACTACION	

TOMAS ALBERTO VEGA CENTURIONE  
 INGENIERO CIVIL

OBSERVACIONES  
 - MUESTRA N° 2:  
 - MEZCLA ESTABILIZADA CON: 82% TRIT. CALIETA PARAGUARI (11),  
 10% SUELO SELECCIONADO (42),  
 8% AGUA RIO (12)

**TOMAS ALBERTO VEGA**

Inq Civil  
Tel: 610345

OBRA : DICA

Muestra N°

: 2

Fecha del ensayo: 7-10-96

Carada (ensayo N°: 1) - S/ensayo. Laboratorio: PAIVA - TRALA

TACIENTO: CAMERA PARAGUAYI - Método del ensayo: DINAMICO SIMPLICADO - 5 x 12 GOLPES

	ANTES DE LA IMPRESION	DESPUES DE LA IMPRESION
Nº de la cápsula	36	/
Peso total húmedo	152.73	/
Peso total seco	142.25	/
Peso de la cápsula	37.70	/
Peso del agua	5.48	/
Peso del suelo seco	109.55	/
% de humedad	5.0	/
PROMEDIO	-	-

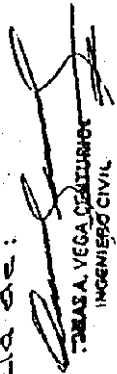
	ANTES DE LA IMPRESION	DESPUES DE LA IMPRESION
Nº del cilindro	40	/
Peso total húmedo	9.630	/
Peso del cilindro	4.200	/
Peso del suelo húmedo	5.430	/
% de humedad	5.0	5.0
Peso seco calculado	5.171	/
Volumen del cilindro	2.077.7	/
Densidad aparente seca (da)	2.489	/
PROMEDIO	-	-

Factor de presión:  $f = 0.110 \text{ Kg/cm}^2 \times 0.001 \text{ mm}$ .

TIEMPO	LECTURA PRESION	PRESION CALCUL.	PRESION CORREG. PADRON
seg	0.001 lbs	Kgs/cm2	Kgs/cm2 lbs/cm2
00'30"	0.63	26.0	29.4
01'00"	1.27	53.0	59.9
01'30"	1.91	80.0	74.6
02'00"	2.54	105.1	105.1
04'00"	5.08	210.2	195.0
06'00"	7.52	315.3	299.7
08'00"	10.16	420.4	399.4
10'00"	12.70	525.5	499.0

OBSERVACION: Probeta moldeada con mezcla de:

M = 62 %  
Mz = 8 %  
Ms = 10 %

  
TOMAS A. VEGA CASTURRO  
INGENIERO CIVIL

Al. de la muestra con 124.022

EXPANSION POR IMBIBICION	
DIA	LECTURA EXPANSION (%)
/	(10 <sup>-2</sup> mm)
/	/
/	/
/	/
/	/
/	/
/	/
/	/

CALCULO DEL PORCENTAJE DE CER	
A 2.5mm de penetrac.	
Pes. 2.5mm = 2100	149.5%
70,71	
A 5.0mm de penetrac.	
Pes. 5.0mm = 2100	175.4%
107,70	
CER =	175.4 %

.....

Tomas Alberto Vega  
 Ing Civil  
 Tel: 610345

Obra : DICA

Muestra No : 2

Fecha del Ensayo: 7-10-90

Camada(ensayo No : 1)-9/EMBARR. LABORATORISTA : PAIVA - ERMA

Tacticmento: CAUTERA PARABOLIZI

Método del Ensayo: DINAMICO SIMPLIFICADO - SX 25 Golpes .

	ANTES DE LA IMBIBICION	DESPUES DE LA IMBIBICION
No de la capsula	27	/
Peso total húmedo	197,23	/
Peso total seco	189,27	/
Peso de la capsula	38,23	/
Peso del agua	9,00	/
Peso del suelo seco	151,00	/
% de humedad	5,73	/
PROVEDIO		

	ANTES DE LA IMBIBICION	DESPUES DE LA IMBIBICION
No del cilindro	5	/
Peso total húmedo	9,825	/
Peso del cilindro	4,240	/
Peso del suelo húmedo	5,585	/
% de humedad	5,3	/
Peso seco calculado	5,304	/
Volumen del cilindro	2062	/
Densidad por. seca (Q <sub>s</sub> )	2,548	/
		2605

Factor de presión:  $f_p = 0,13 \text{ kg/cm}^2 / \text{cm}^2 \cdot 0,001 \text{ mm}$

TIEMPO	DEFORMACION	DEFORMA. CALCUL. (0,001 mm)	PRESION CORREG. (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION CORREG. (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PADRON (kg/cm <sup>2</sup> )
00'30"	0,65	25	220	249	
01'00"	1,27	50	580	655	
01'30"	1,91	75	840	940	
02'00"	2,54	100	1195	1350	1270
04'00"	5,08	200	2030	2294	2250
06'00"	7,62	300	2740	3096	155,58
08'00"	10,15	400	3450	3593	151,71
10'00"	12,70	500			132,20

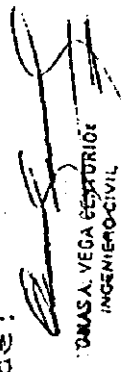
Observacion: Probeta moldeada con mezcla de:

- M<sub>1</sub> = 32%
- M<sub>2</sub> = 8%
- M<sub>3</sub> = 10%

Alt. de la muestra con 124,0 cm

EXPANSION POR IMBIBICION		
Alt	Mostr	Expansión (%)
		(1,0 <sup>-2</sup> mm)

CALCULO DEL PORCENTAJE DE CSR	
A 2,5mm de penetrac.	
$\frac{295 \cdot 2,5}{70,51} \cdot 100 = 180,6\%$	
A 5,0mm de penetrac.	
$\frac{295 \cdot 5,0}{107,19} \cdot 100 = 213,3\%$	
CSR = 213,3%	

  
 TOMAS A. VEGA ESPINOSA  
 INGENIERO CIVIL

LABORATORIO DE ENGENIERIA CIVIL

**TOMAS ALBERTO VEGA**  
 Ing Civil  
 Tel: 610345

Obra : DICA. Muestra No : 2 Fecha del Ensayo: 7-10-96  
 Camada (ensayo No : 1) - 3/sumosser. Laboratorista : PAIVA - IRAMA

Tacticiento: CAUSTRIO PARAGUAYI. Método del Ensayo: DINAMICO SIMULADO - 5x56 Golpes.

	ANTES DE LA IMBIBICION	DESPUES DE LA IMBIBICION
Nº de la cápsula	103	/
Peso total húmedo	160.00	/
Peso total seco	153.63	/
Peso de la cápsula	38.54	/
Peso del agua	6.45	/
Peso del suelo seco	115.12	/
% de humedad	5.6	/
PROMEDIO		

	ANTES DE LA IMBIBICION	DESPUES DE LA IMBIBICION
Nº del cilindro	15	/
Peso total húmedo	10.135	/
Peso del cilindro	4.542	/
Peso del suelo húmedo	5.587	/
% de humedad	9.6	5.0
Peso seco calculado	5.291	/
Volumen del cilindro	2.035	/
Densidad Apar. Seca (Gs)	2.600	2.605

Factor de presión :  $f = 0.113 \text{ kg/cm}^2 = 0.001 \text{ mm}$ .

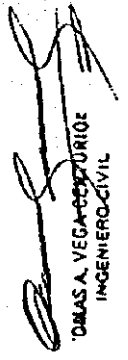
Tiempo seg	PENETRACION		PRESION CALCUL.		PRESION CORREC.		PRESION PADRON	
	mm	mm	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
00'30"	0.53	25	354	40.0				
01'00"	1.27	50	710	80.0				
01'30"	1.91	75	980	110.7				
02'00"	2.54	100	1370	154.8	154.8	154.8	70.31	
04'00"	5.08	200	2780	268.9	268.9	268.9	105.45	
05'00"	7.62	300	3010	340.1			122.53	
08'00"	10.15	400	3450	389.8			161.71	
10'00"	12.70	500					182.20	

OBSERVACION: Probeta moldeada con mezcla de: M1 = 82% M2 = 8% M3 = 10%

Alt. de la muestra con 124.020

EXPANSION POR IMBIBICION		
Día	Hora	Lectura Expansion (%)

CALCULO DEL PORCENTAJE DE CSR	
A 2.5mm de penetrac.	
Pes. 2.5mm / 70.31	100-220.2%
A 5.0mm de penetrac.	
Pes. 5.0mm / 107.10	100-246.5%
CSR = 246.5 %	

  
 TOMAS A. VEGA-VEGA  
 INGENIERO CIVIL

Tomás Alberto Vera  
 Ing. Civil  
 Tel: 610545  
 RI : 611500 Col. 3477

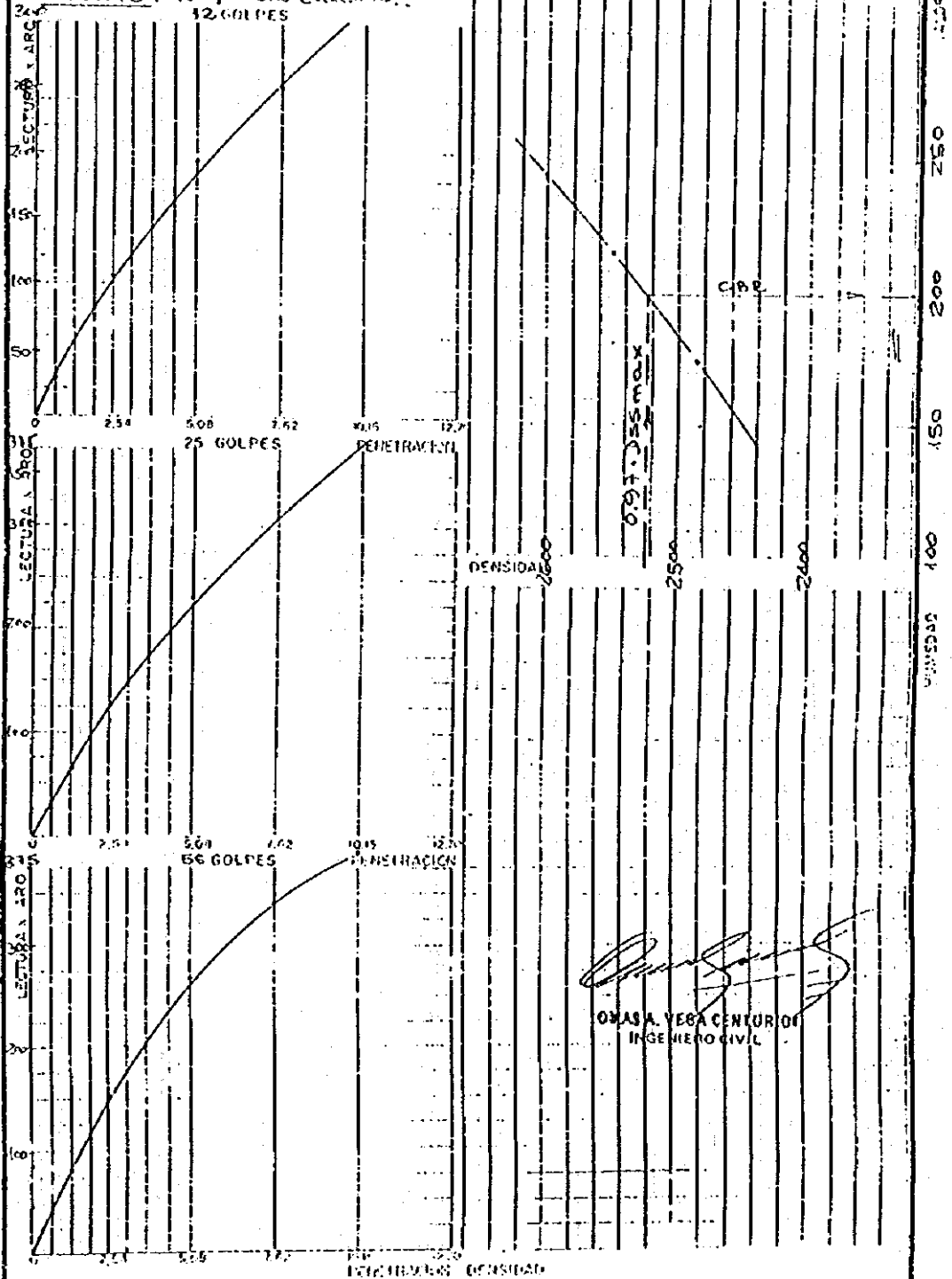
Estudio de suelos

Fundaciones

OBRA: JICA

ENSAYO DE VALOR  
 SOPORTE DINAMICO

MUESTRA: N° 2  
 ENSAYO: N° 1 - SIN EMPER...  
 12 GOLPES



*[Signature]*  
 TOMÁS A. VERA CENTURÓN  
 INGENIERO CIVIL

**TOMAS ALBERTO VEGA**

Ingeniero Civil  
Tel: 610345

Fecha del ensayo: 7-10-96  
Laboratorista: PAIVA - IGALA

Muestra N° : 2  
Cámbula (ensayo N°: 2) (empleado)

Obra : OICA

Método del ensayo: Dinámico Simplicado - 5 x 12 Golpes

ANTES DE LA EMISION	DESPUES DE LA EMISION
Nº de la cápsula / 37	38
Peso total húmedo / 148.06	142.29
Peso total seco / 142.54	136.66
Peso de la cápsula / 36.54	37.91
Peso del agua / 5.51	5.63
Peso del suelo seco / 106.00	98.75
% de humedad / 5.2	5.7
PROMEDIO	-

ANTES DE LA EMISION	DESPUES DE LA EMISION
Nº del cilindro / 21	21
Peso total húmedo / 9.952	9.978
Peso del cilindro / 4.530	4.530
Peso del suelo húmedo / 5.422	5.448
% de humedad / 5.2	5.7
Peso seco calculado / 5.154	5.154
Volumen del cilindro / 2070	2090
Densidad Apar. Seca (1/2) / 2490	2490
1305	1305

FACTOR DE PRESION:  $f_p = 0.113 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 0.001 \text{ mm}$

FUNDACION	FORMA DE LA CUBIERTA	PRESION CALCULADA	PRESION CORREGIDA
00'50"	25	24.3	27.5
01'00"	50	35.4	40.0
01'50"	75	53.2	60.1
02'00"	100	69.2	78.8
04'00"	200	122.4	138.3
06'00"	300	184.5	208.5
08'00"	400	226.8	256.3
10'00"	500	-	151.71
12'00"	500	-	182.50

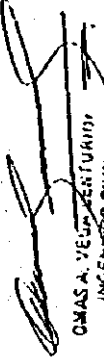
Observación: Probeta moleada con mezcla de:

- M1 = 82%
- M2 = 8%
- M3 = 10%

Alzada la muestra con 1240 mm

EXPANSION POR INFLACION	DEFORMACION	DEFORMACION (%)
5-10	9.34%	2.0
6-10	9.0%	3.0
7-10	10.3%	5.0
-	-	-
-	-	-
-	-	-

CALCULO DEL FACTOR DE CORRECCION
A 2.5mm de penetrac. Pres. 2.5mm = 100 = 112.4% 70.71
A 5.0mm de penetrac. Pres. 5.0mm = 100 = 134.1% 100.00
CS2 = 134.1%

  
TOMAS A. VEGA VENTURINI  
INGENIERO CIVIL

7-10-96

**TOMAS ALBERTO VEGA**

Ing Civil  
Tel: 410345

Obra : OICA

Muestra N° : 2

Fecha del Ensayo: 7-10-96

Calle (ENSAYOS): 2) - ENFERMEDO LABORATORISTA : PAIVA - TRAMA

TACIENIENTO: CAMARA PARAGUAY

Método del Ensayo: DINAMICO SIMPLIFICADO - 5 X 25 COLPAS - -

ANTES DE LA IMBIBICION	DESPUES DE LA IMBIBICION	ANTES DE LA IMBIBICION	DESPUES DE LA IMBIBICION
Nº del cilindro	45	46	-
Peso total húmedo	15624	16065	-
Peso total seco	15002	15391	-
Peso de la cápsula	39.00	39.66	-
Peso del agua	6.22	6.74	-
Peso del suelo seco	144.02	147.25	-
% de humedad	5.6	5.9	-
PROMEDIO	-	-	-

FACTOR DE PRESION:  $f = 0.113 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 0.001 \text{ mm}$ .

TIEMPO	DEFORMACION	PRESION	DEFORMACION	PRESION
MINUTOS	MM	KG/CM2	MM	KG/CM2
00'30"	0.53	25	186	24.0
01'00"	1.27	50	444	50.2
01'30"	1.91	75	664	75.0
02'00"	2.54	100	842	95.1
04'00"	5.08	200	1614	182.4
06'00"	7.52	300	2339	264.3
08'00"	10.15	400	2835	320.4
10'00"	12.70	500	-	-
				192.80

OBSERVACION: Probeta moldeada con mezcla de:  
 $M_1 = 87\%$   
 $M_2 = 5\%$   
 $M_3 = 10\%$

**CALCULO DEL PORCENTAJE DE CEB**

A 2.5mm de penetracion:  
 $P_{res} = 2.5mm \times 100 = 135.2\%$   
 $70.21$

A 5.0mm de penetracion:  
 $P_{res} = 5.0mm \times 100 = 173.0\%$   
 $107.9$

CEB = 173.3%

Altura la muestra: 124.0 mm

EXTENSION POR IMBIBICION	DEFORMACION	PRESION
5-10	9.32	115
6-10	9.00	25
7-10	10.10	4.0
		0.032
		0.032
		-
		-
		-
		-

*[Firma]*  
**TOMAS ALBERTO VEGA**  
 INGENIERO CIVIL

**Tomas Alberto Vega**

Ing Civil  
Tel: 610345

Obras : OICA

Muestra N° : 2  
Camada (Ensayo N° : 2) - Embudo - Laboratorio - PAIVA - TRACA -

Fecha del Ensayo: 7-10-96

Tacticamiento: CANTERA PARAGUAY -

Método del Ensayo: DINAMICO SIMPLICADO - S-356 Colpas.

	ANTES DE LA IMBIBICION	DESPUES DE LA IMBIBICION
Nº de la cápsula	63	65
Peso total húmedo	159.35	158.61
Peso total seco	144.95	152.40
Peso de la cápsula	36.90	37.45
Peso del agua	5.4	6.21
Peso del suelo seco	108.05	114.95
% de humedad	5.0	5.4
<b>PROMEDIO</b>		

	ANTES DE LA IMBIBICION	DESPUES DE LA IMBIBICION
Nº del cilindro	18	16
Peso total húmedo	10.107	10.128
Peso del cilindro	4.525	4.525
Peso del suelo húmedo	5.582	5.603
% de humedad	5.0	5.4
Peso seco calculado	5.316	5.316
Volumen del cilindro	2040.5	2040.5
Densidad Apar. Secc (g <sup>3</sup> )	2.605	2.605

FACTOR DE PRESION:  $f = 0.113 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 0.001 \text{ mm}$

FENETRACION	LECTURA DEFLEC. 0.001mm	PRESION CALCUL. RES/CM2	PRESION CORREG. RES/CM2	PRESION PADRON RES/CM2
00'00"	25	35	400	
01'00"	50	59.7	67.5	
01'30"	75	81.9	92.5	
02'00"	100	104.6	114.8	70.31
04'00"	200	172.9	195.4	105.45
06'00"	300	231.5	264.6	152.58
08'00"	400	283.9	320.8	161.71
10'00"	500			182.20

CONSERVACION: Probeta moldeada con mezcla de:

- M1 = 82%
- M2 = 8%
- M3 = 10%

Alt. de la muestra comp 124.0 mm

EXPANSION POR IMBIBICION		
Día	Hora	Lectura Expans. (10 <sup>-2</sup> mm)
5-10	9:30	1.0
6-10	9:30	1.0
7-10	10:30	2.5

CALCULO DEL PORCENTAJE DE CSR

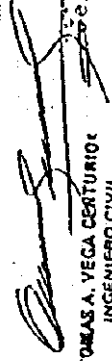
A 2.5mm de penetrac.

$$\frac{\text{Pres. } 2.5\text{mm}}{70.31} \cdot 100 = 163\%$$

A 5.0mm de penetrac.

$$\frac{\text{Pres. } 5.0\text{mm}}{107.10} \cdot 100 = 185.3\%$$

$$\text{CSR} = 185.3\%$$

  
TOMAS A. VEGA CENTURIO  
INGENIERO CIVIL

LABORATORIO DEL LABORATORIO



Tomás Vega Centurión  
 Ing. Civil  
 Tel: 610345  
 RR: 611500 Cod. 5477

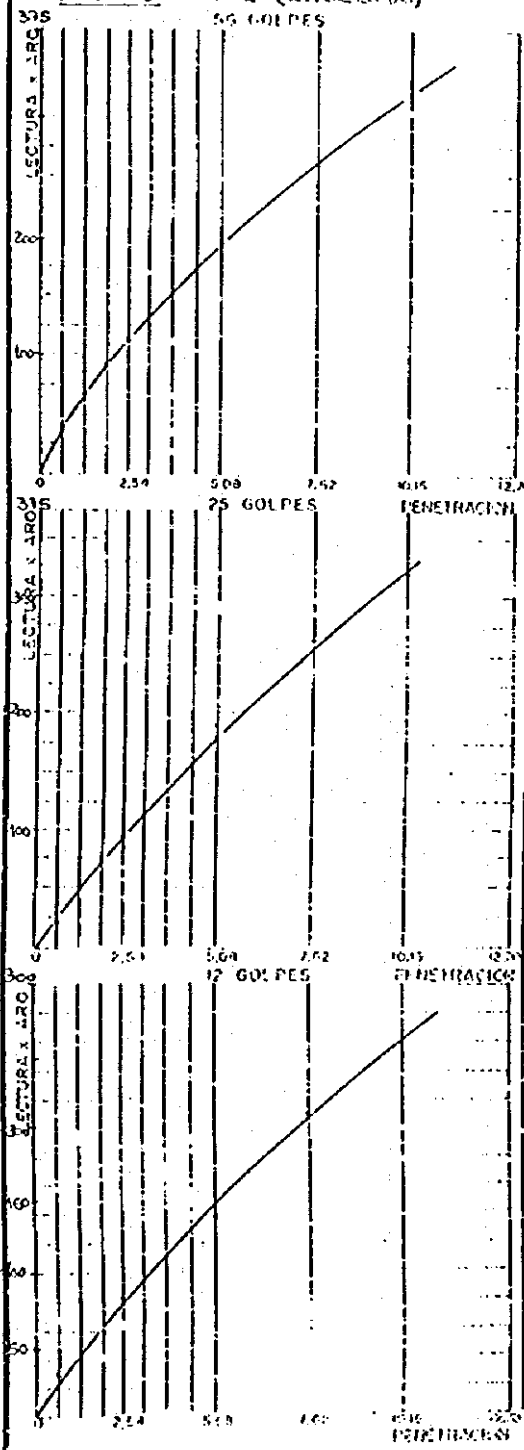
Estudio de suelos

Fundaciones

OBRA: SICA

ENSAYO DE VALOR  
 SOPORTE DINAMICO

MUESTRA: Nº 2  
 ENSAYO: III 2 (EIMBIDA)  
 25 GOLPES



*[Signature]*  
 TOMÁS VEGA CENTURIÓN  
 INGENIERO CIVIL

002 024 021 140 021 120 021 001 001 001