



ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

■ CONGRESO PARAGUAYO

2do **Vialidad
y Tránsito**

6 y 7 de Octubre 2016 | Encarnación
EXPO VIAL | Paraguay





“Mezcla Asfáltica en Caliente con Agregado calizo en San Alfredo Dpto. de Concepción ”

Ing. Salvador García Princigalli
Ing. Celia Benitez Albarez

ASESORES:

Msc. Ing. Amílcar Troche
Msc. Ing. Hugo Florentín
Tec.Vial. Rafael Ottaviano

Encarnación – Paraguay

Que es la Roca Caliza?

Las rocas sedimentarias se forman por la acumulación de sedimentos .

Los sedimentos son materiales de la descomposición de las rocas pre-existentes formado como consecuencia de la actividad química o mecánica ejercida por los agentes de denudación .

Aquellas rocas que contienen un alto porcentaje de carbonato de calcio son llamadas calcáreas.

Rocas Carbonatadas

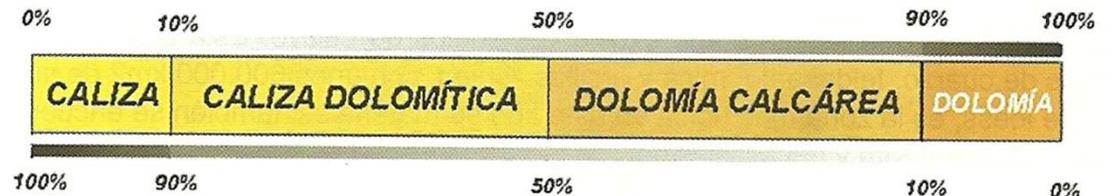
Calizas

Calizas dolomíticas

Dolomías calcáreas

Dolomías

Dolomita $\text{CaMg}(\text{CaCO}_3)_2$

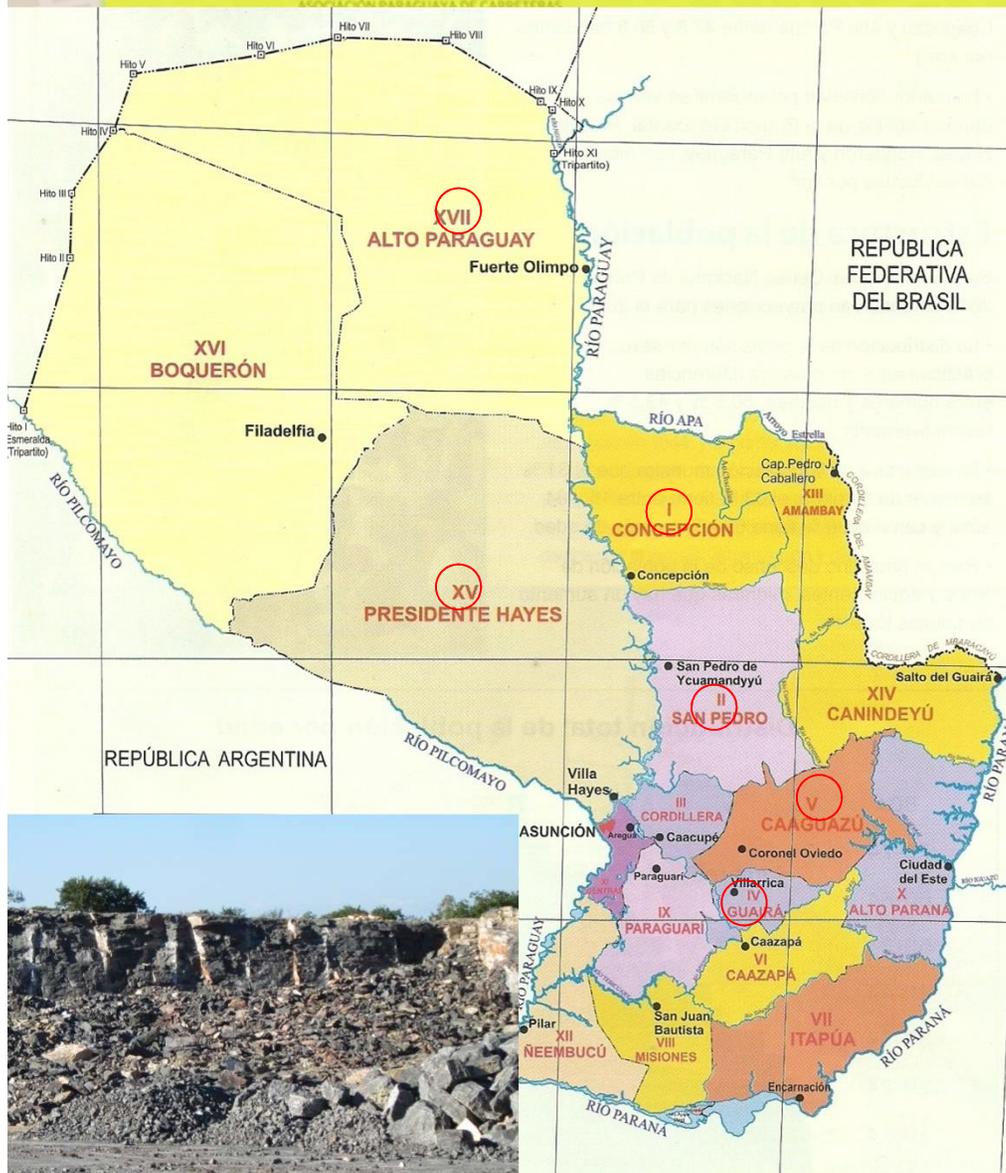


Calcita CaCO_3

DONDE ENCONTRAMOS CALIZA EN PARAGUAY?

IAPC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

Vialidad y Tránsito
6 y 7 de Octubre 2016 | Encarnación



Nº	DEPARTAMENTO	CAPITAL	REGIÓN
1	CONCEPCIÓN	Concepción	Oriental
2	SAN PEDRO	San Pedro	
3	CORDILLERA	Caacupé	
4	GUAIRÁ	Villa Rica	
5	CAAGUAZÚ	Cnel. Oviedo	
6	CAAZAPÁ	Caazapá	
7	ITAPÚA	Encarnación	
8	MISIONES	San Juan Bautista	
9	PARAGUARÍ	Paraguari	
10	ALTO PARANÁ	Ciudad del Este	
11	CENTRAL	Aregua	
12	ÑEEMBUCU	Pilar	
13	AMAMBAY	Pedro Juan Caballero	
14	CANINDEYÚ	Salto del Guairá	
15	PDTE. HAYES	Villa Hayes	Occidental
16	ALTO PARAGUAY	Filadelfia	
17	BOQUERÓN	Fuerte Olimpo	



CARACTERÍSTICAS DE LA CALIZA EN OTROS SECTORES DEL PAÍS

CAMBRICO	GRUPO Itapucumi	400
----------	-----------------	-----

El grupo Itapucumí se compone de calizas grises densas y duras con intercalaciones subordinadas de lutitas dolomíticas y margas

Abarca aproximadamente 250.000 hectáreas siendo las zonas más ricas Vallemí y su alrededor, con una pureza del 98% de carbonato de calcio, es la riqueza más grande que se tiene a la vista en el país

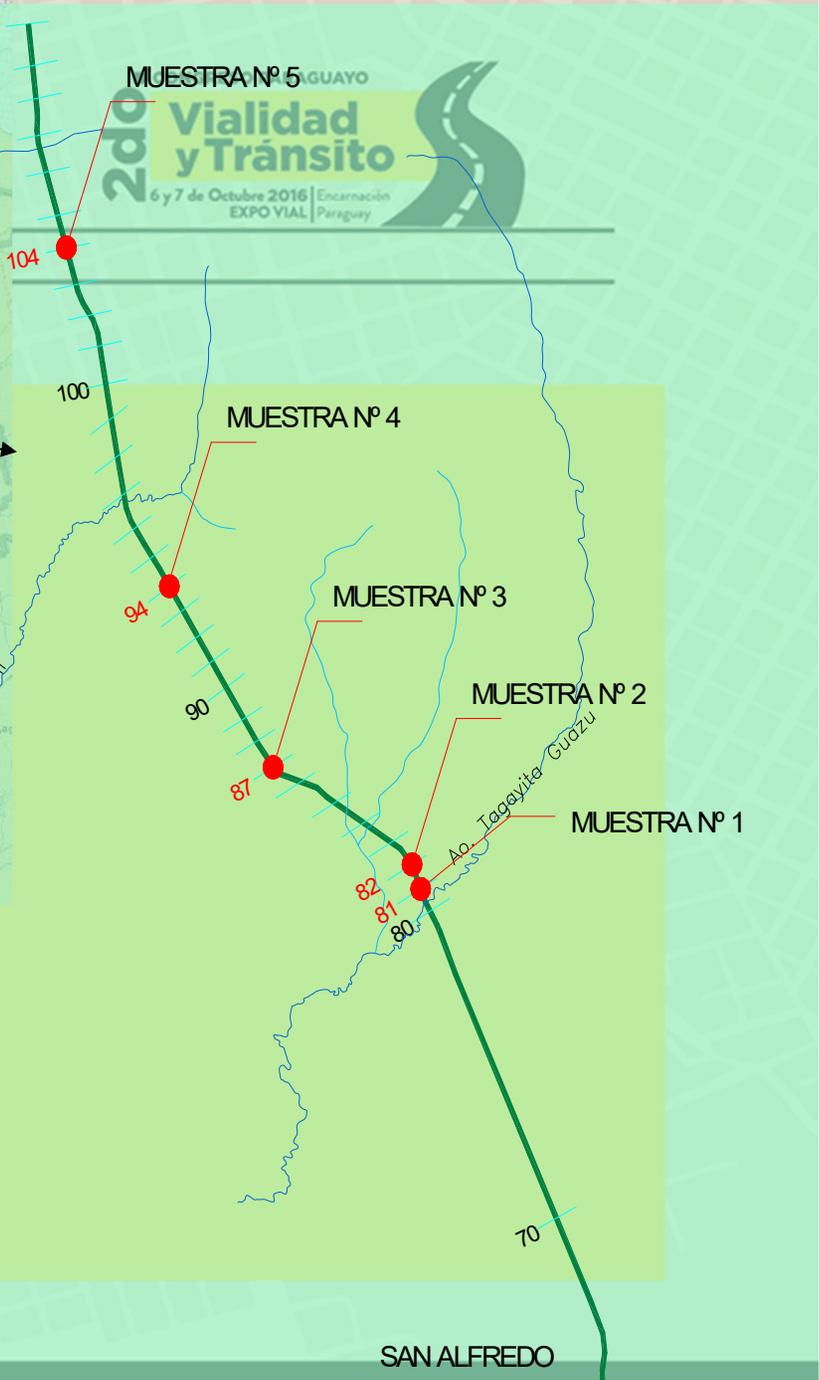
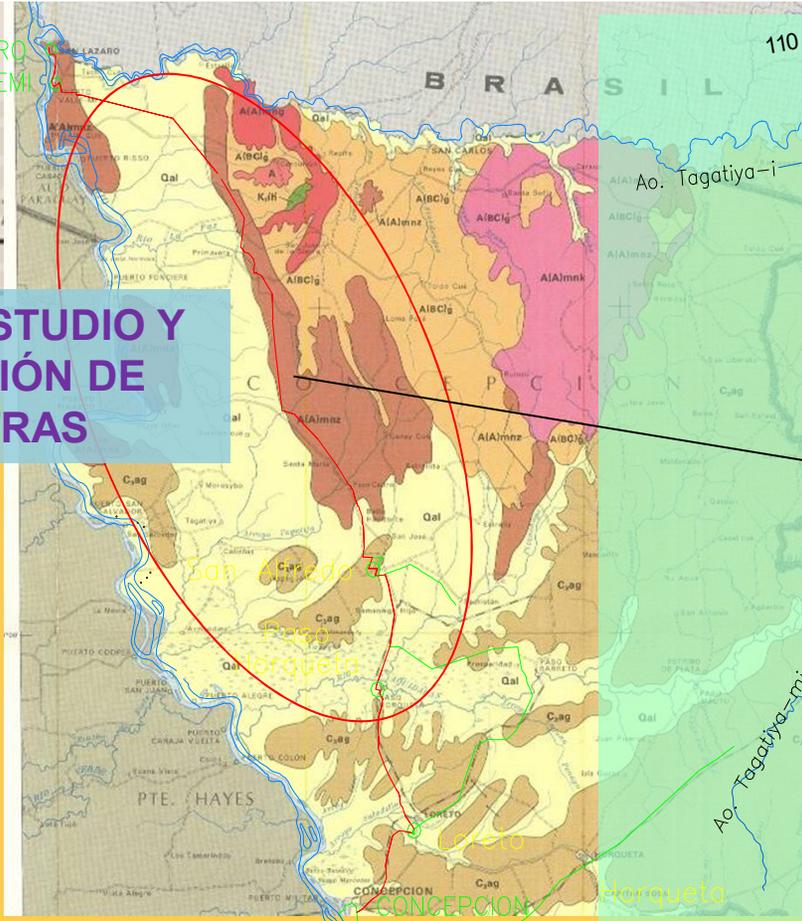
En los Departamentos de San Pedro, Guairá y Caaguazú se encuentran calizas del Periodo Pérmico, calizas oolíticas (centro de cuarzo) intercaladas con areniscas y lutitas

En Villa Florida calizas transformadas con vetas de cuarzo, en parte sumergidas en aguas del Río Tebicuary

Presidente Hayes (XV) en Cerro Lorito, Cerro Galván y Cerro Ñandu calizas oolíticas expuestas y en parte erosionadas.

SAN LAZARO VALLEMI

ZONA DE ESTUDIO Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS



2do CONGRESO PARAGUAYO
Vialidad y Tránsito
 6 y 7 de Octubre 2016 Encarnación
 EXPO VIAL Paraguay





ENSAYOS EN LABORATORIO

RESULTADO DE RAYOS X

MUESTRAS DE MATERIAS PRIMAS - FACULTAD DE INGENIERIA - UNA

INC VALLEMI		LABORATORIO				
LUGAR	DENOMINACION	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% Fe ₂ O ₃	% CaO	% MgO
Prog. 81	M - 1	2,8	0,6	0,3	52,5	0,2
Prog. 82	M - 2	1,8	0,4	0,3	53,6	0,1
Prog. 87	M - 3	0,7	0,2	0,2	54,8	0,3
Prog. 94	M - 4	20,9	4,1	1,6	37,6	1,2
Prog. 104	M - 5	3,1	0,7	0,4	53,6	0,9

Elementos Químicos o,
Asociación de Elementos Químicos



Mineral

ROCA



Asociación de Minerales

Resultados de Laboratorio del Agregado utilizado en la Mezcla

AGREGADO	ENSAYO	NORMA EQUIVALENCIA	NORMA	VALOR OBTENIDO	UNIDAD
5ta	Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos	ASTM E 127 AASHTO T85-91	IRAM 1533	2,72	g/cm ³
				0,36	%
4ta	Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos	ASTM E 127 AASHTO T85-91	IRAM 1533	2,66	g/cm ³
				0,32	%
6ta	Peso Específico de Agregados Finos	ASTM E 128 AASHTO T84-00	IRAM 1520	2,61	g/cm ³
Arena	Peso Específico de Agregados Finos	ASTM E 128 AASHTO T84-00	IRAM 1520	2,64	g/cm ³
4ta y 5ta	Factor de Cubicidad		IRAM 1681	0,89	%
6ta y arena	Equivalente de Arena	ASTM D 2419 AASHTO T176-00	IRAM 1682	92,59	%
4ta y 5ta	Desgaste los Ángeles	ASTM E 131 AASHTO T96-99	IRAM 1532	21,30	%
4ta y 5ta	Ataque por sulfatos	ASTM E 88 AASHTO T104-99	IRAM 1525	0,82	%
4ta y 5ta	Adhesividad con el Asfalto		AASHTO T-180-70	>95	%



Recopilación de resultados en la zona de influencia (Ruta Concepción-Vallemí)

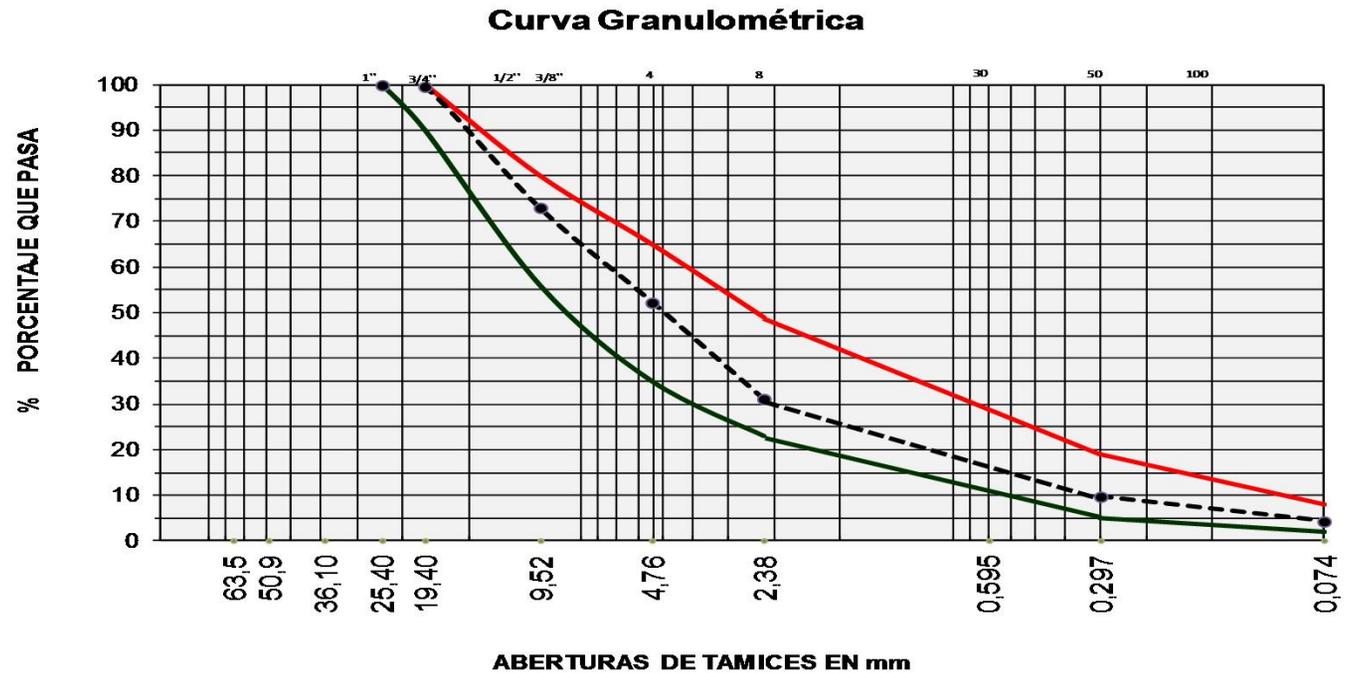
RESUMEN DE VARIABILIDAD DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO CALIZO

Ítem	Unidad	Rango Inferior	Rango Superior
DENSIDAD REAL	Tn/m ³	2,658	2,737
DESGASTE LOS ÁNGELES	%	17,5	33
DURABILIDAD AL ATAQUE POR SULFATOS	%	0,35	6,72
ABSORCIÓN	%	0,24	0,48
ADHESIVIDAD CON EL ASFALTO T 182-70	>95%	satisfactorio	
FACTOR DE CUBICIDAD	%	0,75	0,94
ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE	kg/cm ²		
Tagatija Guazú y Tagaija Mí		292,4	539,2
Prog. 80+000 en adelante		665,7	952,5
Prog. 117+000 en adelante		550	1200



Faja de trabajo de la Mezcla y Curva granulométrica de la Mezcla Asfáltica

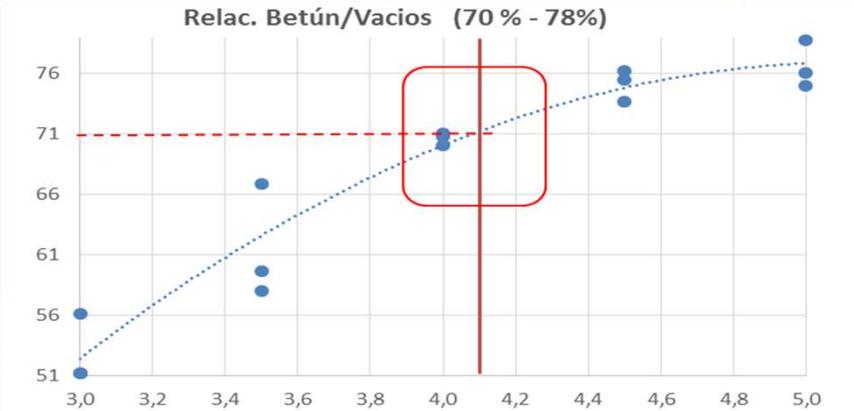
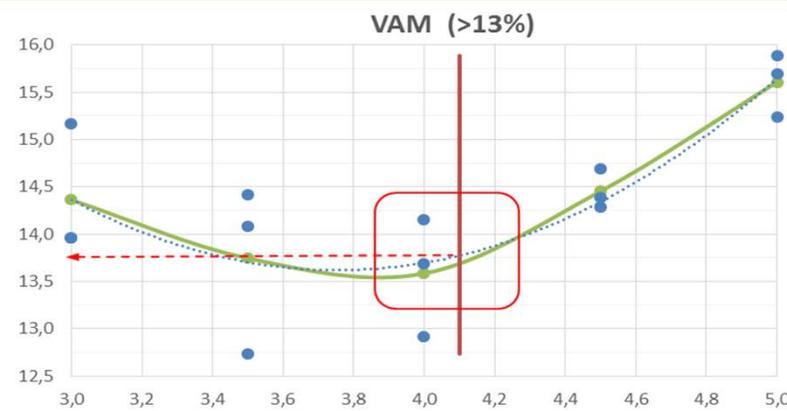
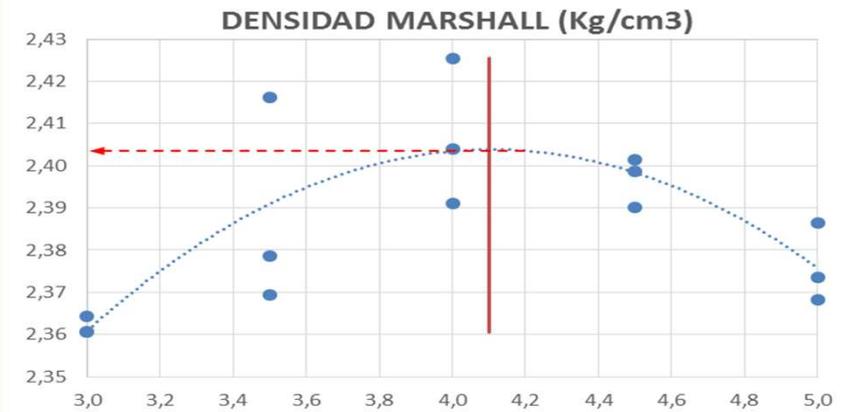
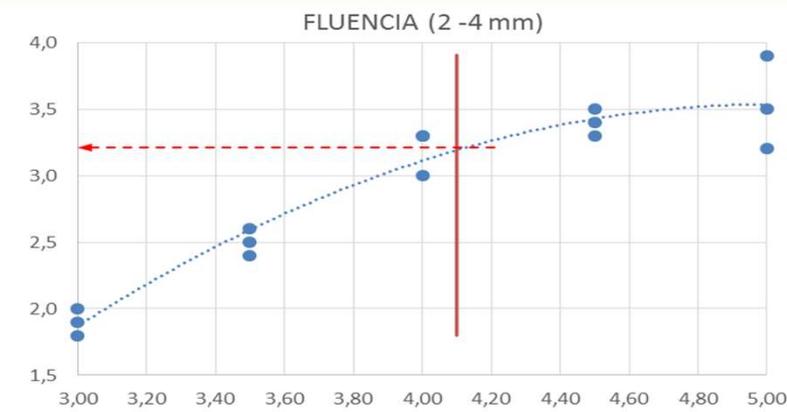
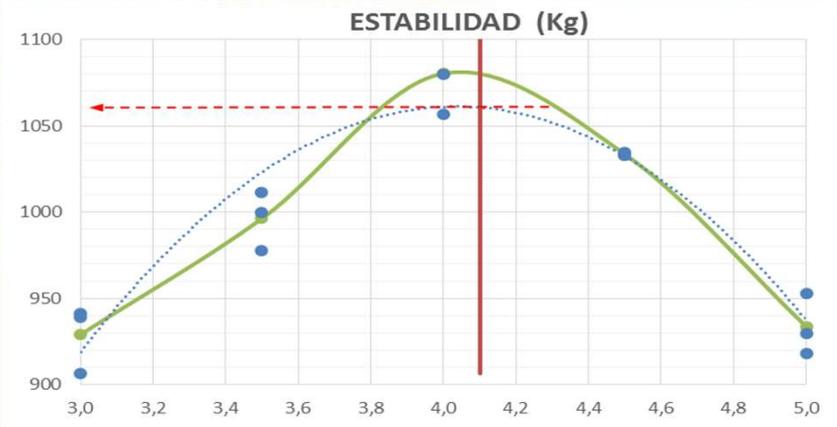
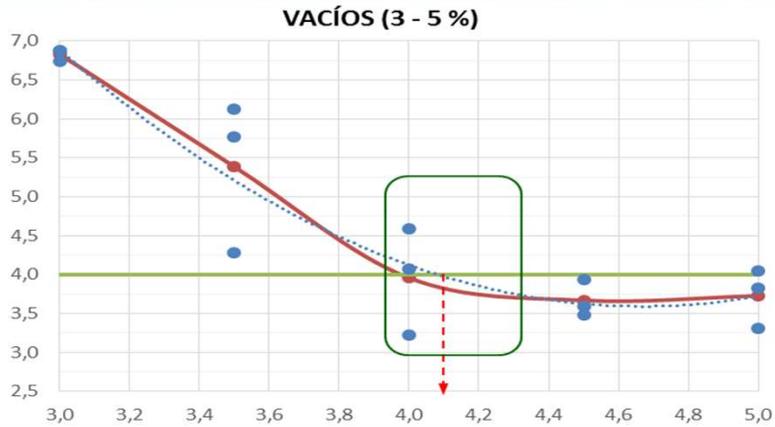
Tamiz	Porcentaje que Pasa
1"	100
3/4"	90-100
1/2"	-
3/8"	56-80
#4	35-65
#8	23-49
#30	-
#50	5-19
#100	-
#200	2-8



Triturada 4^{ta}= 30% Triturada 5^{ta}= 16% Triturada 6^{ta}= 46% Arena= 6% y Cal= 2%.



Gráficos del Diseño Marshall de la Mezcla Asfáltica

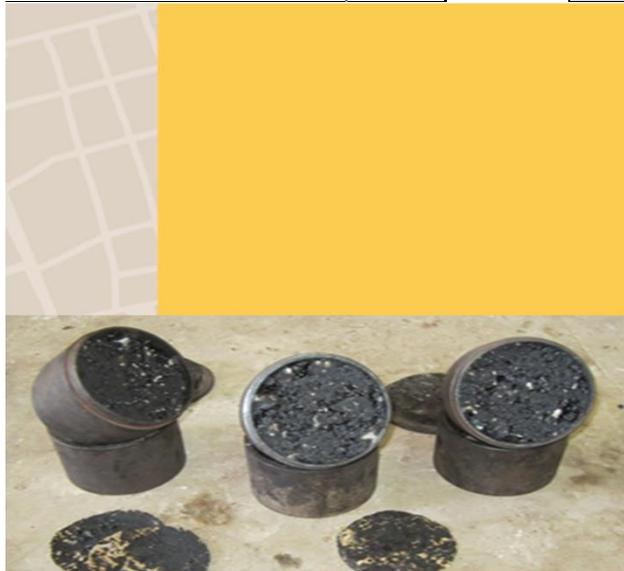




VERIFICACIÓN DEL ÓPTIMO

ESTABILIDAD REMANENTE

Rotura despues de 24hs a 60°C		Rotura de 30 minutos a 60°C		ESTABILIDAD DESPUES DE 30 MINUTOS A 60° C=	
Vacíos=	3,7	Vacíos=	3,7		1085
Densidad Marshall=	2,415	Densidad Marshall=	2,414	ESTABILIDAD DESPUES DE 24 HORAS A 60° C=	927
VAM=	13,6	VAM=	13,6	REMANENTE =	85,5%
RBV=	72,8	RBV=	72,7	ESPECIFICACION=	>85%
Fluencia=	300,0	Fluencia=	336,7		



RESUMEN ESTADISTICO

Ítem	N° de Probetas ensayadas	Descripción	Valores				Índice de dispersión (%)			
			Media	Varianza	Desv. Estándar					
1	21	Contenido de vacíos (%)	4,11	0,11	0,33	7,90				
2	21	Estabilidad (kg)	1123	41	6,42	0,57				
3	21	Fluencia (mm)	287	233	15,28	5,33				
4	21	Densidad Marshall (gr./cm3)	2,428	0,0001	0,01	0,34				
5	21	VAM (%)	14,01	0,14	0,37	2,65	15,60	>15%	con el rango establecido	
6	21	Relacion Betún - Vacíos (%)	70,67	3,48	1,86	2,64	72,70	70% - 78%	81 *	



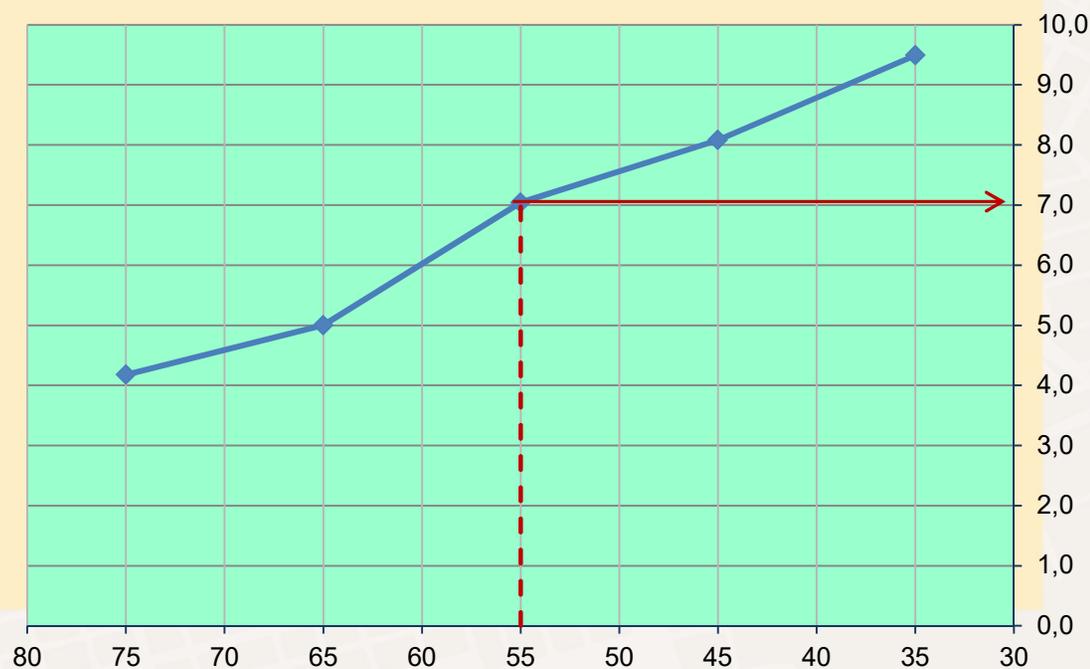


Ensayos Especiales de Agregados y de la Mezcla Asfáltica

- ✓ Desgaste Micro Deval (I.N.V.E 238-07 e IRAM 1762)
- ✓ Pulimento Acelerado (IRAM 1543 – NLT 174/93)
- ✓ Ensayo de Inmersión Compresión, Efecto del agua sobre la cohesión de las mezclas bituminosas compactadas, sometidas a tracción Indirecta (V.N.E 9-86 e NLT 346/90)



Curva Vacíos-NºGolpes



Ensayo de Inmersión Compresión, Efecto del agua sobre la cohesión de las mezclas bituminosas compactadas, sometidas a tracción Indirecta (V.N.E 9-86 e NLT 346/90)

R1, Cálculo de la resistencia a tracción indirecta:	a 25°C			
		$2 * P$	=	1529
		$\pi * h * d$	=	20,27
				75,43
R2, Cálculo de la resistencia a tracción indirecta:	a 60°C			
		$2 * P$	=	1369
		$\pi * h * d$	=	20,22
				67,72
Cálculo de la resistencia Conservada:	IRC % =	$R2 / R1 * 100$		89,78
Especificaciones				> 80





Resultado de Ensayo Micro Deval

		Muestras Individuales		MDE Final
Agregado Calizo	Sin Agua	15,40%	15,30%	15,40%
	Con Agua	5,10%	5,50%	5,30%

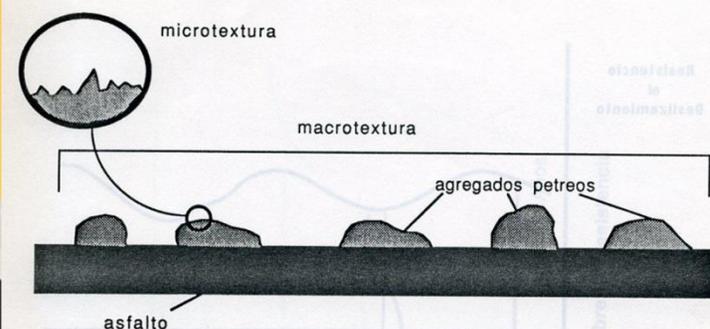
Ensayo realizado por el Instituto de Mecánica Aplicada y Estructuras IMAE Argentina, Abril del 2015.





Ensayo de Pulimento Acelerado

Canteras	Pastillas Individuales				CPA FINAL
Caliza	45	43	45	44	44





OBRA TRAVESÍA SAN ALFREDO

- Primer Pavimento Asfáltico con agregados pétreos del tipo Caliza 7 Km



Vista general de la carpeta de concreto asfáltico con caliza en zona de San Alfredo

FABRICACIÓN DE LA MEZCLA



Controles de Laboratorio



PROCESO DE COLOCACIÓN DE LA MEZCLA



COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA

2do CONGRESO PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
6 y 7 de Octubre 2016 Encarnación
EXPO VIAL Paraguay





OBRA TRAVESÍA SAN ALFREDO



Aspecto actual de la travesía urbana en San Alfredo

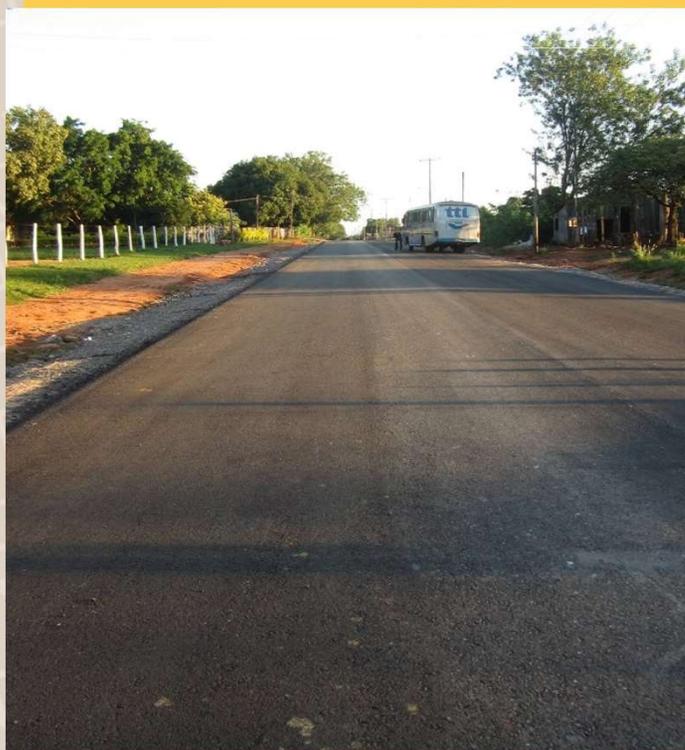
Uso de Agregado Calizo en Paraguay



2do CONGRESO PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
6 y 7 de Octubre 2016 Encarnación
EXPO VIAL Paraguay



➤ En ciudad de San Alfredo Dpto. Concepción



Vista general terminada de concreto asfáltico en caliente con caliza, nótese la apariencia final del pavimento.

EVALUACIÓN ECONÓMICA



2do CONGRESO PARAGUAYO
Vialidad y Tránsito
 6 y 7 de Octubre 2016 | Encarnación
 EXPO VIAL Paraguay



EN EXPLOTACIÓN Y TRITURACIÓN	
CALIZA	150-170 Tn/hs
Gastos de voladura	30% mas por desperdicio
Piezas de desgaste	52% de ahorro
BASALTO	90-120 Tn/hs
EN PRODUCCIÓN DE CONCRETO ASFÁLTICO	
CALIZA	
Consumo de CAP 50/70	4,10%
Consumo de Fuel Oil	2 litros mas
Consumo de Gasoil	1 litro mas
BASALTO	
Consumo de CAP 50/70	4,50%



EN EXPLOTACIÓN Y TRITURACIÓN		
CALIZA	73.945	Gs/Tn
BASALTO	86.341	Gs/Tn
DIFERENCIA	12.396	Gs/Tn
EN PRODUCCIÓN DE CONCRETO ASFÁLTICO		
CALIZA	626.558	Gs/Tn
BASALTO	641.983	Gs/Tn
DIFERENCIA	15.425	Gs/Tn

El ahorro en explotación, trituración y en contenido de asfalto, lo hace mas económico al concreto asfáltico con piedra caliza.





Conclusiones Referentes a la Mezcla Asfáltica con empleo de piedra caliza

→ Cumple satisfactoriamente con los requerimientos técnicos (Estabilidad, Fluencia, Contenido de vacíos y otros) solicitados en las especificaciones técnicas de mezclas asfálticas con Basalto.

→ La mezcla utilizada en pista obtuvo buen comportamiento a la rotura remanente después de 24hs de ser sometido en agua a 60°C.

→ En el ensayo de Inmersión-Compresión demostró resistencia satisfactoria de la mezcla frente al agua.

RECOMENDACIONES



La construcción de pavimento con agregado calizo debe considerar factores importantes tales como:

- ➔ **SE DEBE ELABORAR LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA EL EMPLEO DE ROCAS CALCÁREAS**
- ➔ **EL CONTROL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEBE CONSIDERAR LAS PARTICULARIDADES DEL MATERIAL**
- ➔ **EN LAS REGIONES CON ROCAS CALCÁREAS SE DEBERÍA PRIVILEGIAR EL EMPLEO DE ESTE MATERIAL POR LOS BENEFICIOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS**
- ➔ **DEBE PROFUNDIZARSE EL ESTUDIO Y LA INVESTIGACIÓN DEL MATERIAL CALCÁREO EN PARAGUAY**



MUCHAS GRACIAS

Ing. Salvador García Principalli

Ing. Celia Benitez Albarez

**Encarnación – Paraguay
2016**