



# **Una herramienta para la Gestión de Calidad de Laboratorios de Ensayos aplicado a los materiales de construcción:**

## **Ensayos Interlaboratorios de Asfaltos**

Ing. Jorge Grgich

Departamento Construcciones

**Laboratorio Tecnológico del Uruguay**



# Objetivos de la exposición

## **ENSAYOS INTERLABORATORIOS:**

- Ensayos de Asfaltos.
- Evaluación e interpretación de los resultados.
- Utilidad de los resultados del Ensayo Interlaboratorio.
- Gráficos de control.



## **ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

- **Es un programa de actividades llevadas a cabo por el laboratorio con la finalidad de verificar que los resultados obtenidos tienen una precisión y exactitud aceptable y mejorar en conjunto el funcionamiento del mismo.**
- **Estos programas son planificados y revisados periódicamente.**

# **ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS**



- **Dicho programa debe abarcar todos los ensayos incluidos en el alcance de acreditación del laboratorio.**
- **La frecuencia de realización de cada uno de estos Programas queda establecida por el laboratorio.**
- **El laboratorio debe tener procedimientos de control de calidad para monitorear la validez de los ensayos llevados a cabo.**



# **ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS**

## **CONTROLES DE CALIDAD:**

**Son las actividades que se deben realizar para todos los ensayos acreditados.**

- **Control de calidad interno:**  
**Un programa de controles periódicos es necesario para demostrar que se controla la variabilidad con el uso de materiales de referencia o participación en Ensayos Intralaboratorio.**
- **Control de calidad externo: Participación en Ensayos de Aptitud Interlaboratorio**



## **Control de calidad interno:**

El control de calidad interno consiste en todos los procedimientos realizados por un laboratorio para la **evaluación continua** de su trabajo.

**El principal objetivo es asegurar la coherencia de los resultados obtenidos diariamente y el cumplimiento de los criterios establecidos.**



# ENSAYOS INTRALABORATORIO:

Son las verificaciones de calidad para **evaluar el desempeño de los analistas** del laboratorio en un ensayo.

## **Métodos cuantitativos:**

Se comparan los resultados obtenidos :

- Por cada analista perteneciente al laboratorio que realiza por duplicado el análisis de la muestra. (repetibilidad de cada analista).
- Entre analistas del mismo laboratorio para un ensayo (reproducibilidad entre analistas)



# Definición: Repetibilidad

**Grado de concordancia entre los resultados de sucesivas mediciones del mismo mesurando realizadas en las mismas condiciones de medición.**

Las mismas condiciones significa resultados obtenidos :

- Con el mismo método de ensayo.
- Sobre el mismo material de ensayo.
- Bajo las mismas condiciones (mismo operador, mismos equipos, mismo laboratorio y un corto intervalo de tiempo).



# Definición: Reproducibilidad



**Grado de concordancia entre los resultados de sucesivas mediciones del mismo mesurando realizadas en diferentes condiciones de medición.**

El ensayo se realiza sobre el mismo material de ensayo pero en diferentes condiciones.

- Resultados obtenidos con diferentes métodos de ensayo o equipos (REPRODUCIBILIDAD ENTRE MÉTODOS)
- Resultados obtenidos con diferentes operadores o analistas (REPRODUCIBILIDAD ENTRE ANALISTAS)
- Resultados obtenidos por diferentes laboratorios (REPRODUCIBILIDAD ENTRE LABORATORIOS)
- Resultados obtenidos en diferente tiempo.

# **ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS**



## **LOS CONTROLES DE CALIDAD INTERNOS NO SON SUFICIENTES**

No puedo determinar mediante ellos el Valor verdadero.

Realizo un Control de calidad externo.



## Definiciones:

- **Valor verdadero** : valor en consistencia con la definición de una magnitud (concepto abstracto, no realizable).
- **Valor asignado o valor de referencia:** es el valor **convencionalmente verdadero**.
- **Exactitud de una medición:** Proximidad entre el resultado de una medición y el valor verdadero del mensurando.



## Definiciones

- **Precisión** : “el grado de concordancia entre ensayos independientes obtenidos bajo unas condiciones estipuladas ”
- **Veracidad** : “que los resultados no tengan un error sistemático”
- **Exactitud** : “la proximidad en la concordancia entre un resultado y el valor de referencia aceptado ”



## Valor Verdadero :

Cálculo del valor de referencia o valor asignado:

- Se considera que el valor medio obtenido por el conjunto de laboratorios luego de eliminar los outliers o valores discordantes en el propio ejercicio puede utilizarse como valor de referencia o valor verdadero.



# Ensayos de Aptitud Interlaboratorio (“Proficiency Testing”) :

Los programas de ensayos de aptitud organizados externamente por un proveedor de ensayos interlaboratorio

**CONSTITUYEN UN MEDIO INDEPENDIENTE**

por el cual un laboratorio se puede

**EVALUAR OBJETIVAMENTE**

y demostrar la veracidad y precisión

de los resultados obtenidos por sus métodos analíticos.

# **Ensayos de Aptitud Interlaboratorio (“Proficiency Testing”) :**



- **Constituye una herramienta para la evaluación externa de la calidad de los resultados de ensayo o desempeño del laboratorio.**
- **La participación en estos ensayos PERMITE AL LABORATORIO COMPARAR SUS RESULTADOS FRENTE A LOS DE OTROS LABORATORIOS.**
- **Es importante evaluar los resultados obtenidos en los ensayos de aptitud como una manera de comprobar la calidad de los ensayos, adoptando las medidas oportunas, si son necesarias.**

# Ensayos de Aptitud Interlaboratorio (“Proficiency Testing”) :



La organización proveedora de Ensayos de Aptitud Interlaboratorio envía muestras cuyo resultados de ensayos es desconocido por el participante.

El laboratorio participante las analiza y remite los resultados obtenidos al organizador, posteriormente recibe un informe con sus análisis y evaluaciones.



# Ensayos de Aptitud Interlaboratorio “Proficiency Testing”



## **Programas con ASHTO Asfaltos**

Desde 1994 participa en Programas de Comparaciones Interlaboratoriales ASHTO Materials Referente Laboratory – AMRL en el cual participan mas de 300 laboratorios.

AMRL Emulsified Asphalt Proficiency Sample Program

AMRL Viscosity Graded Asphalt Cement Proficiency Sample Program

AMRL Bituminous Asphalt Proficiency Sample Program

Estos programas lo utilizan AASHTO y ASTM para establecer criterios de aprobación rechazo en algunas normas.

## **Programas con la Comisión Nacional de Energía Argentina Hormigón**

Ensayos de Aptitud por comparaciones Interlaboratorios de Compresión de Probetas Cilíndricas de Hormigón



# DEPARTAMENTO CONSTRUCCIONES



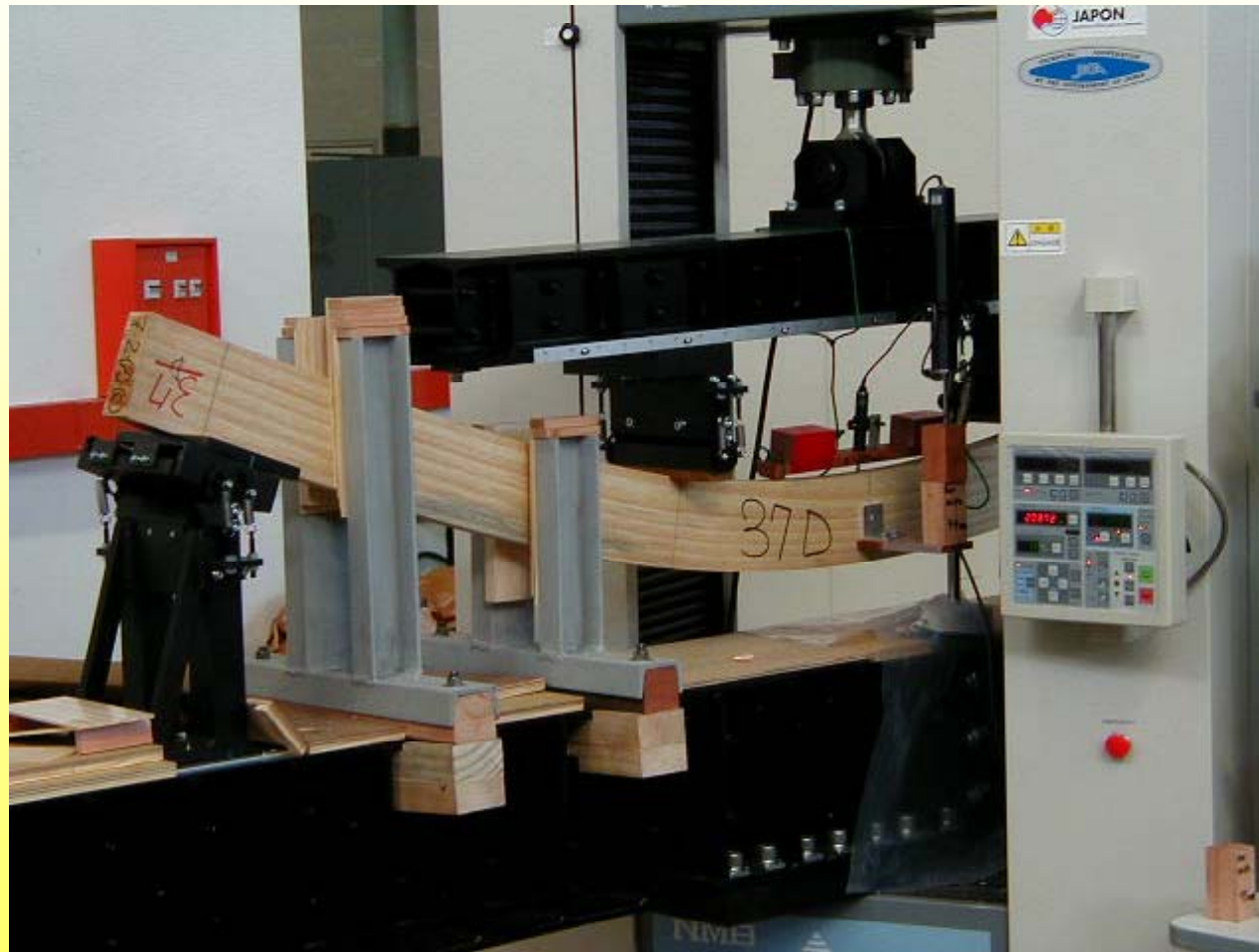
# DEPARTAMENTO CONSTRUCCIONES



# DEPARTAMENTO CONSTRUCCIONES



# DEPARTAMENTO CONSTRUCCIONES



June 1994



AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY  
AND TRANSPORTATION OFFICIALS



***THE PROGRAMS  
OF THE  
AASHTO MATERIALS REFERENCE LABORATORY***





# AMRL Proficiency Sample Program

## Viscosity Graded Asphalt Cement (203/204)

LATU Laboratorio Tecnológico del Uruguay  
Montevideo, Uruguay



		Sample 203	Sample 204
1	<b>ASPHALT TYPE: AC 20 (PG 64-22)</b> Penetration of Original Sample at 25°C: T49/D5 (nearest unit)	55	56
2	<b>ASPHALT TYPE: AC 20 (PG 64-22)</b> Penetration of Original Sample at 4°C: T49/D5 (nearest unit)	--	--
3	<b>ASPHALT TYPE: AC 20 (PG 64-22)</b> Corrected Flash Point by Cleveland Open Cup: T48/D92 (nearest °C)	335	337
4	<b>ASPHALT TYPE: AC 20 (PG 64-22)</b> Optional - Barometric Pressure at the Time of the Test: T48/D92 (mm of Hg)	--	--
5	<b>ASPHALT TYPE: AC 20 (PG 64-22)</b> Specific Gravity (Relative Density) at 25/25°C: T228/D70 (nearest 0.0001)	1.0124	1.0133
6	<b>ASPHALT TYPE: AC 20 (PG 64-22)</b> Kinematic Viscosity at 135°C: T203/D2170 (nearest cSt)	396	394
7	<b>ASPHALT TYPE: AC 20 (PG 64-22)</b> Viscosity at 60°C: T204/D2171 (nearest poise)	1928	1896
8	<b>TESTS ON RESIDUE FROM RTFO</b> Change in Mass: T240/D2872 (negative number indicates loss) (nearest 0.001 percent)	-0.030	-0.023
9	<b>TESTS ON RESIDUE FROM RTFO</b> Penetration of Residue at 25°C: T49/D5 (nearest unit)	34	36
10	<b>TESTS ON RESIDUE FROM RTFO</b> Viscosity of Residue at 60°C: T204/D2171 (nearest poise)	4774	4466
11	<b>TESTS ON RESIDUE FROM RTFO</b> Kinematic Viscosity of Residue at 135°C: T203/D2170 (nearest cSt)	568	571
12	<b>TESTS ON RESIDUE FROM RTFO</b> Penetration of Residue at 4°C: T49/D5 (nearest unit)	--	--

AMRL Viscosity Graded Asphalt Cement Proficiency Sample Program  
Final Report - May 11, 2006



Summary Table

ASPHALT CEMENT PROFICIENCY SAMPLES		SAMPLE NUMBER 203			SAMPLE NUMBER 204		
TEST RESULT	NO. LABS	AVG.	STAND. DEV.	COEFF. VAR.	AVG.	STAND. DEV.	COEFF. VAR.
AASHTO T49/ASTM D6: (1) Penetration of Original Sample at 25°C	160	54.9	4.2	7.62	54.8	4.4	7.97
	158	54.9	3.3	6.10	54.8	3.3	6.02
AASHTO T49/ASTM D6: (2) Penetration of Original Sample at 4°C	98	19.4	6.2	31.9	19.0	5.0	26.8
	92	19.1	3.8	19.0	19.0	3.9	20.4
AASHTO T48/ASTM D02: (3) Flash Point by Cleveland Open Cup (°C)	133	332.1	15.1	4.58	332.0	14.7	4.42
	129	333.2	10.2	3.07	333.0	10.2	3.05
AASHTO T128/ASTM D70: (5) Specific Gravity at 25°C	141	1.01587	0.0092	0.318	1.01595	0.0057	0.558
	134	1.01534	0.0017	0.170	1.01528	0.0018	0.178
AASHTO T201/ASTM D2170: (6) Kinematic Viscosity at 135°C (cSt)	122	302.8	14.8	3.77	304.8	15.9	4.03
	115	302.7	10.3	2.81	303.9	11.5	2.93
AASHTO T203/ASTM D2171: (7) Viscosity at 60°C (poise)	141	1945.8	132.5	6.81	1959.9	138.9	7.09
	133	1941.0	59.0	3.04	1948.8	61.4	3.15
AASHTO T240/ASTM D2872: (8) Change in Mass (%)	134	-0.0421	0.062	148.43	-0.0449	0.058	129.74
	129	-0.0485	0.048	102.57	-0.0457	0.048	100.25
AASHTO T49/ASTM D6: (9) Penetration of Residue at 25°C	130	33.2	3.2	9.69	33.3	3.2	9.62
	123	33.8	2.5	7.45	33.8	2.5	7.41
AASHTO T203/ASTM D2171: (10) Viscosity of Residue at 60°C (poise)	119	4699.8	474.4	10.1	4682.3	491.5	10.5
	115	4690.8	318.8	6.80	4683.8	303.9	6.49
AASHTO T201/ASTM D2170: (11) Kinematic Viscosity of Residue at 135°C (cSt)	102	555.9	30.8	5.54	555.8	28.8	5.15
	98	558.9	18.7	3.37	557.1	18.4	2.94
AASHTO T49/ASTM D6: (12) Penetration of Residue at 4°C	90	13.4	3.8	27.2	13.5	3.4	25.4
	87	13.8	3.1	22.4	13.9	2.9	20.9



## Test de Grubbs y Cochran.

Previamente a la determinación del valor asignado, es necesaria la detección y eliminación de los resultados discrepantes o anómalos (outliers), por medio de diversos criterios.

**El test de Cochran** se basa en la repetibilidad y elimina los datos de los laboratorios que tienen una varianza intralaboratorio significativamente mayor que la del resto de participantes.

**El test de Grubbs** (simple o doble) sirve para eliminar los laboratorios que obtienen valores medios extremos y que se alejan de la distribución gaussiana de los valores medios de los participantes.

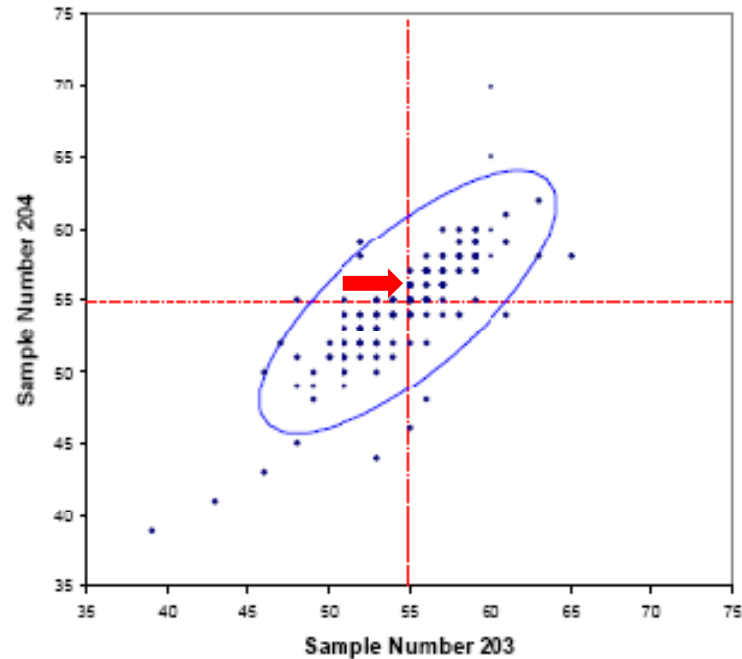


# Diagrama de Youden

- **Una vez eliminados los valores discrepantes o outliers son graficados los pares de valores de resultados de los laboratorios según el gráfico elíptico mostrado, donde quedan fuera del mismo los resultados que difieren de más de tres desviaciones estándar (en su interior quedan al menos el 95% de resultados de menos tres desviaciones estándar)**
- **Los resultados sobre el semieje mayor de la elipse poseen solamente errores sistemáticos y los que se hallan en alguno de los cuadrantes poseen una componente sistemática (paralela al semieje mayor) y una componente aleatoria (paralela semieje menor).**
- **Lo ideal es acercarse lo más posible o coincidir con el centro de la elipse que representa el valor de referencia o verdadero.**
- **Tendría veracidad en el caso de coincidir con el centro ya que los resultados no tienen error sistemático y sí precisión, grado de concordancia entre ensayos independientes obtenidos bajo unas condiciones estipuladas, lo cual me da el grado de exactitud máximo.**

AMRL PROFICIENCY SAMPLE PROGRAM  
BAC SAMPLE NOS. 203 & 204

MAY 2006



**Test No. 1 Penetration of the Original Sample at 25°C**

*Note: The ellipse contains approximately 90% of all submitted results.*

Sample No. 203      AVE 54.91      S.D. 3.3      C.V. 6.10

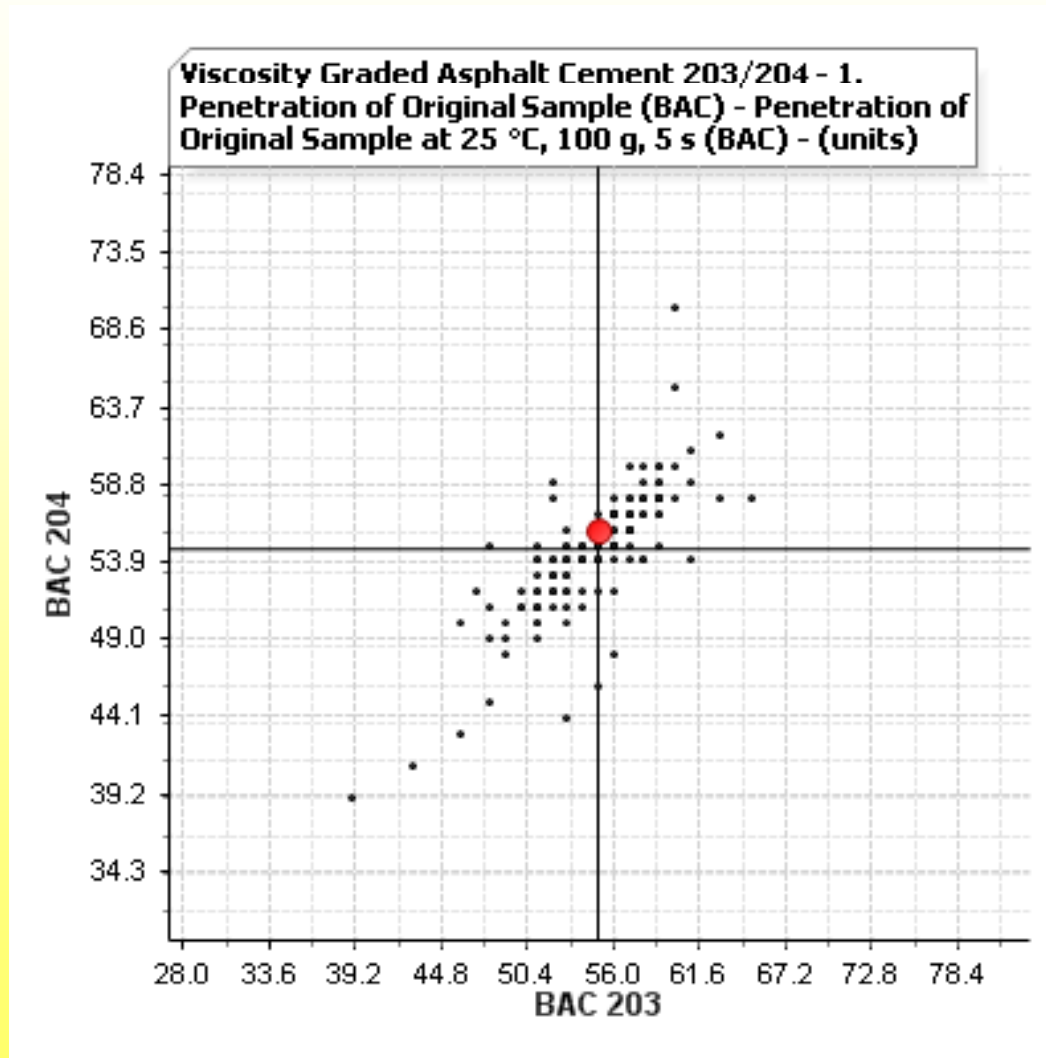
Sample No. 204      AVE 54.76      S.D. 3.3      C.V. 6.02

Number of points included in the analysis: 156

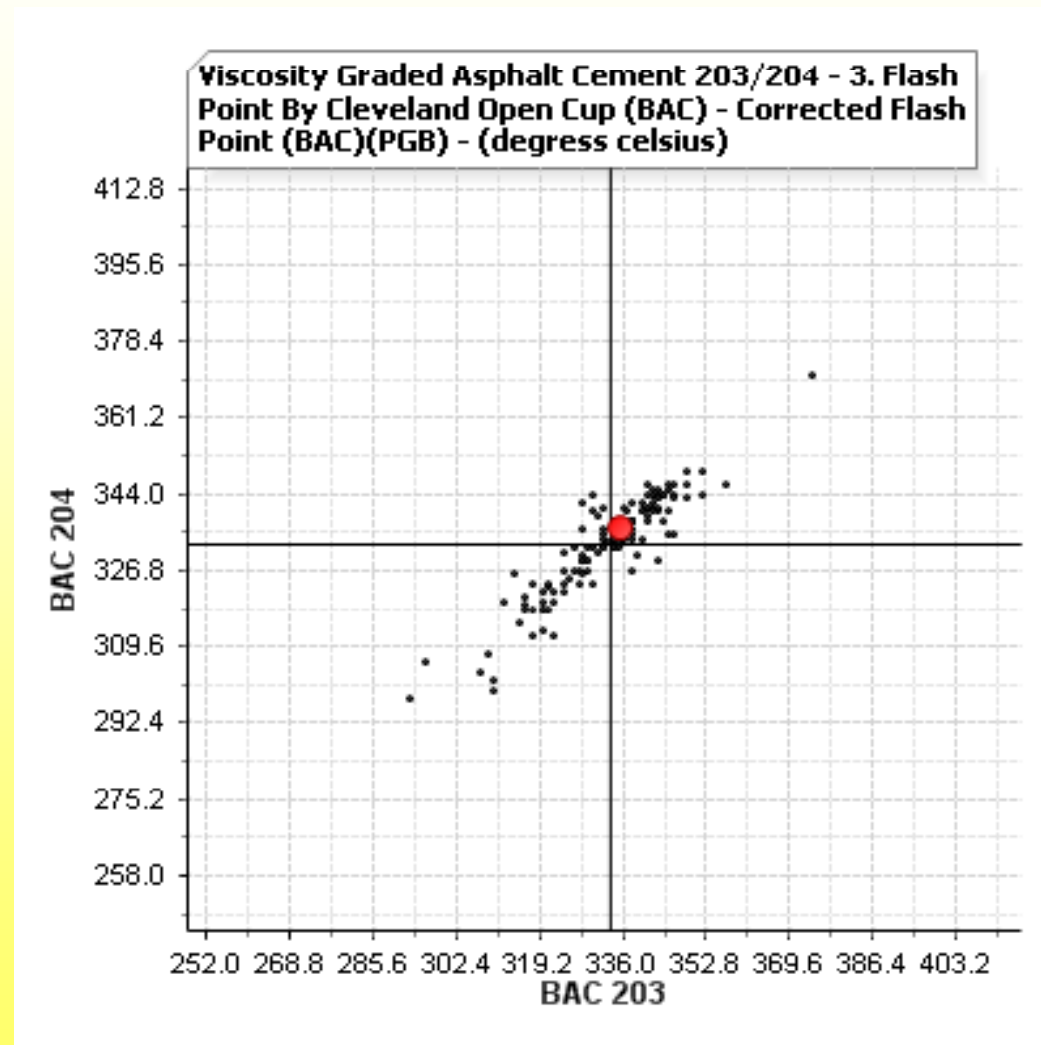
Number of points eliminated: 4

The diagram shows all data points before the elimination of outliers, but some points may be off of the diagram.

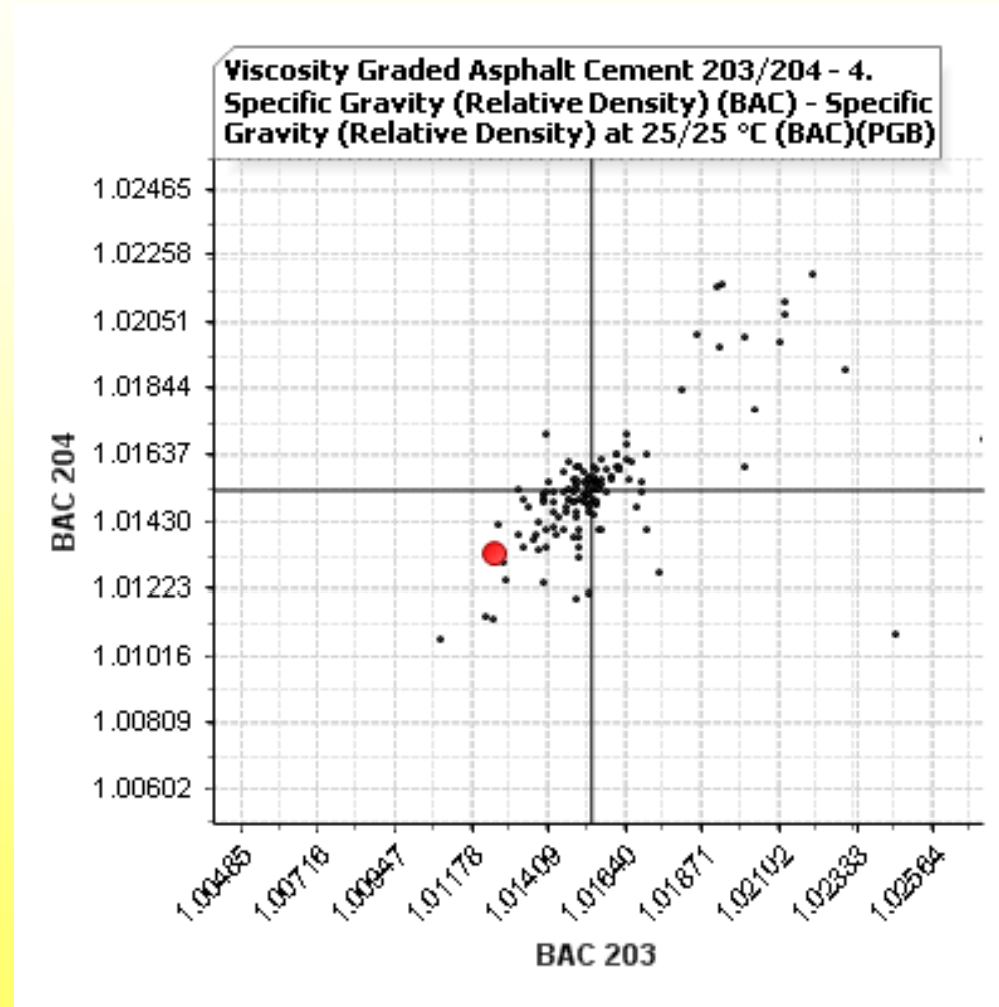
# Sample Round Test Property Youden Diagram



# Sample Round Test Property Youden Diagram

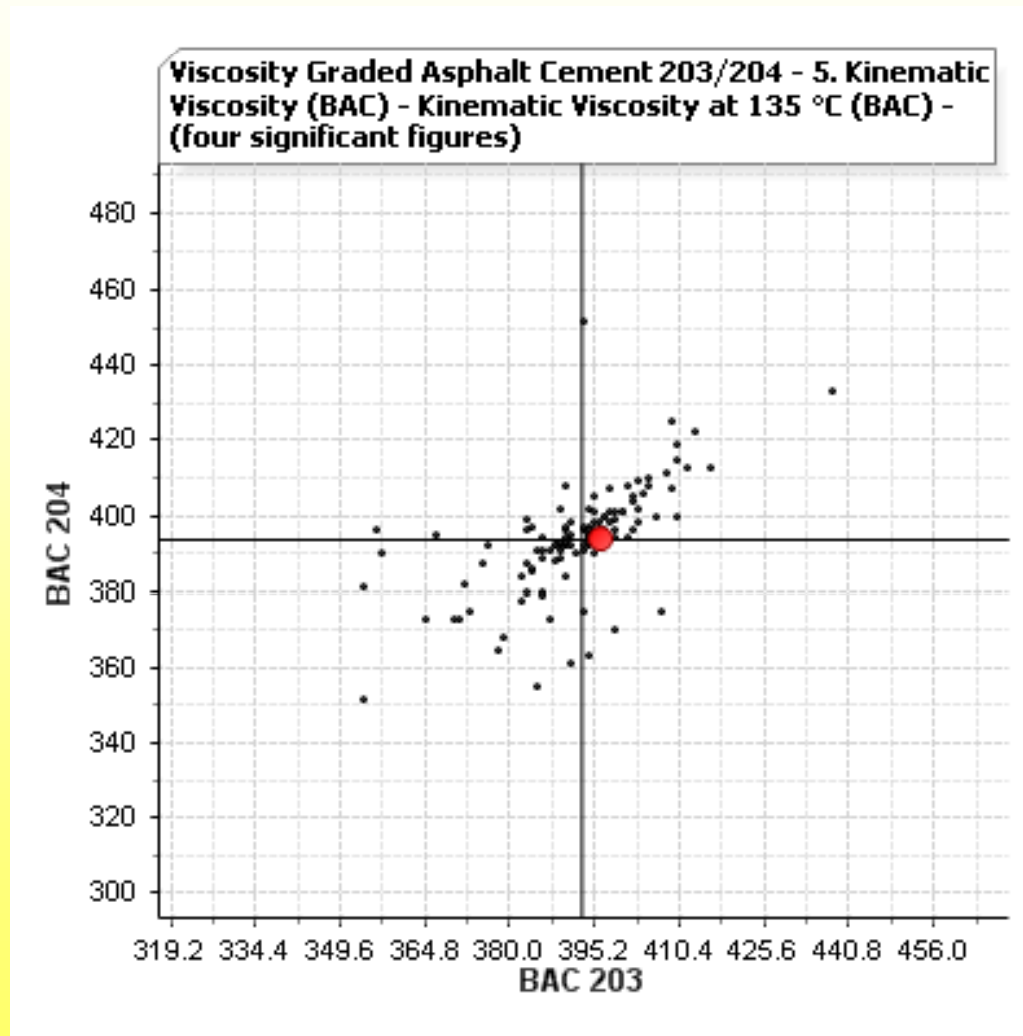


# Sample Round Test Property Youden Diagram

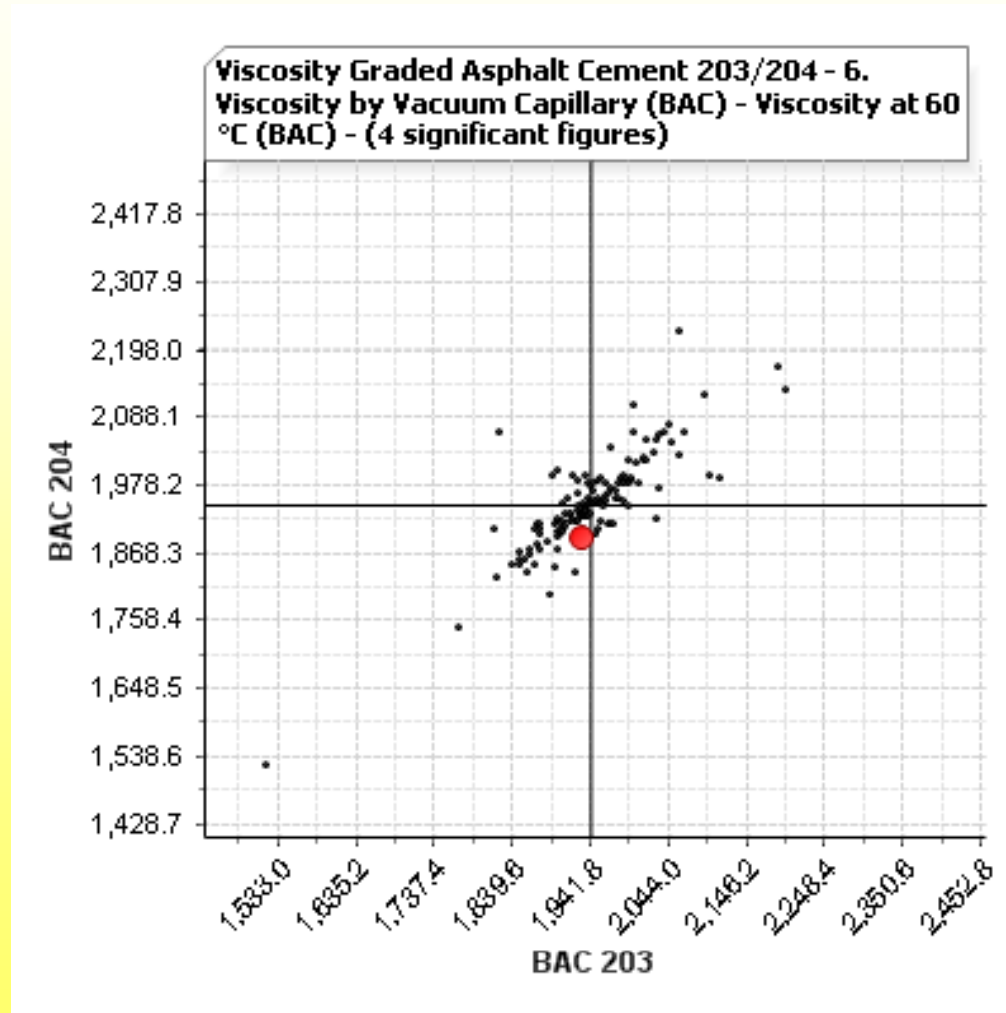




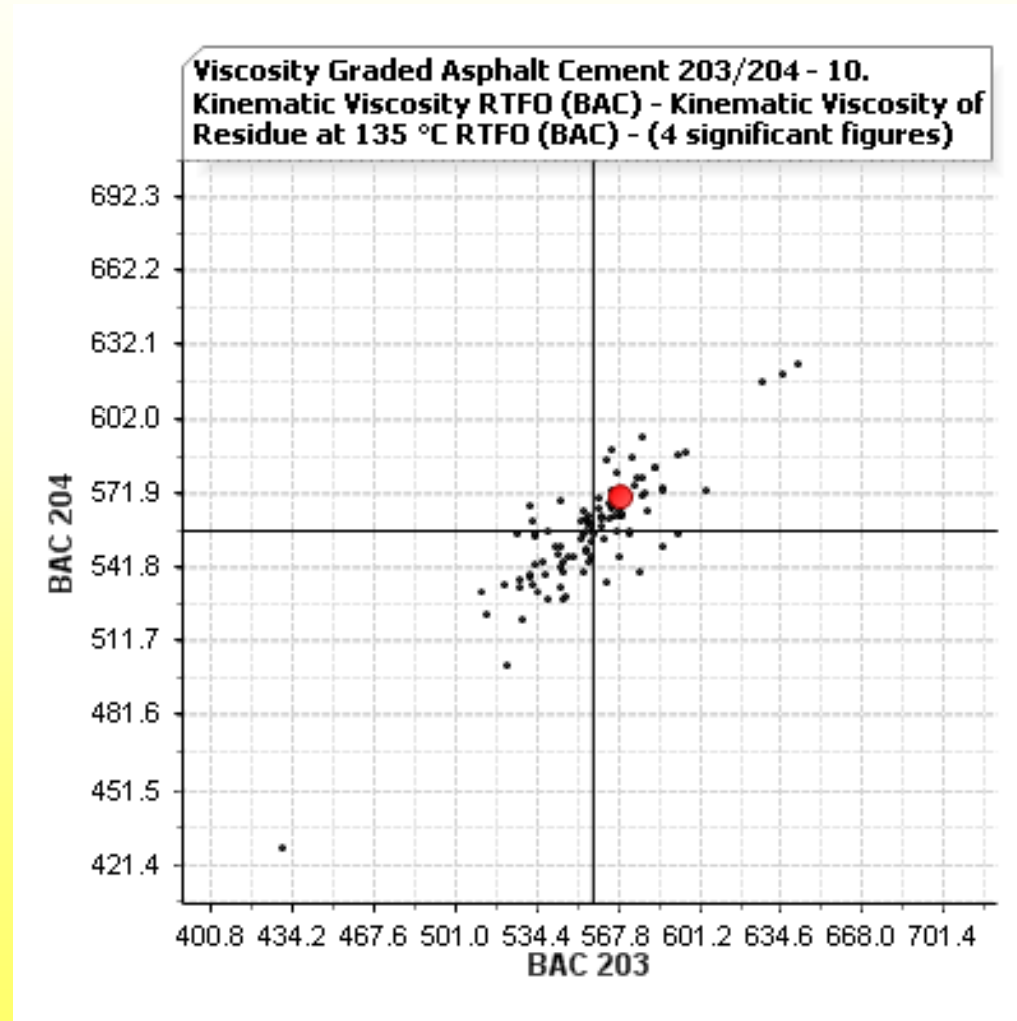
# Sample Round Test Property Youden Diagram



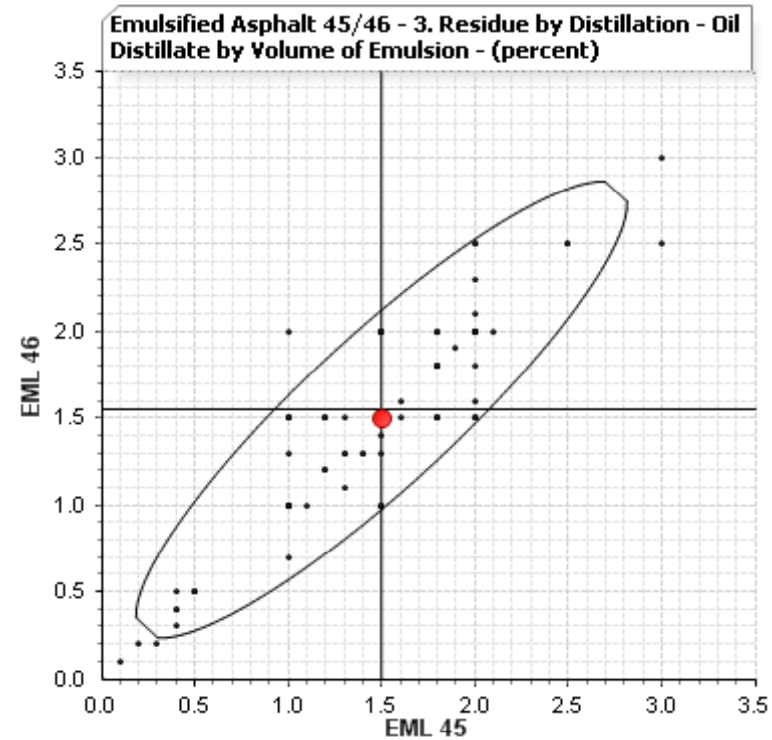
# Sample Round Test Property Youden Diagram



# Sample Round Test Property Youden Diagram



# Sample Round Test Property Youden Diagram





## **CALCULO DE PUNTUACIÓN Z (Z – score)**

**Definición de Z**

**Formula de la evaluación de la competencia  
ampliamente utilizada.**

$$Z = \frac{X_{LAB} - X_{REF}}{S}$$

**$X_{LAB}$  = Resultado del Laboratorio**

**$X_{REF}$  = Valor de Referencia asignado**

**S = Unidad de desviación**

**Si  $X_{REF}$  es el promedio y S es la desviación  
estándar, la puntuación Z representa la  
distribución estándar normal.**



# Criterios de calificación

<b>Rating 5</b>	<b>Los datos se encuentran dentro de 1,0 Stand. Dev. a partir de la media</b>
<b>Rating 4</b>	<b>Los datos se encuentran dentro de 1,5 Stand. Dev. a partir de la media</b>
<b>Rating 3</b>	<b>Los datos se encuentran dentro de 2,0 Stand. Dev. a partir de la media</b>
<b>Rating 2</b>	<b>Los datos se encuentran dentro de 2,5 Stand. Dev. a partir de la media</b>
<b>Rating 1</b>	<b>Los datos se encuentran dentro de 3,0 Stand. Dev. a partir de la media</b>
<b>Rating 0</b>	<b>Los datos se encuentran dentro de 3,0 Stand. Dev. o más a partir de la media</b>



# Ensayos de Aptitud Interlaboratorio (“Proficiency Testing”):

Viscosity Graded Asphalt Cement Proficiency Sample Program Numbers 193 & 194							
Test	Test Title	Lab Data		Averages		Ratings	
		193	194	193	194	193	194
<u>AASHTO T49 / ASTM D5, Penetration</u>							
(1)	Penetration at 25°C	55	54	56.2	56.4	-5	-5
<u>AASHTO T49 / ASTM D5, Pen of Original Sample</u>							
(2)	Penetration of Original Sample @ 4°C	--	--	21.1	20.8	--	--
<u>AASHTO T48 / ASTM D92, Cleveland Flash Point</u>							
(3)	Flash Point (°C)	339	341	329.7	330.2	5	4
<u>AASHTO T228 / ASTM D70, Specific Gravity</u>							
(4)	Specific Gravity at 25/25°C	1.004	1.003	1.0058	1.0060	-4	-3
<u>AASHTO T201 / ASTM D2170, Kinematic Viscosity</u>							
(5)	Kinematic Viscosity at 135°C (cSt)	467	467	470.3	469.1	-5	-5
<u>AASHTO T202 / ASTM D2171, Viscosity at 60°C</u>							
(6)	Viscosity at 60°C (poise)	2172	2198	2282.4	2278.2	-4	-5
<u>AASHTO T240 / ASTM D2872, Rolling Thin Film Oven</u>							
(7)	Change in Mass (%)	0.055	0.053	-0.0290	-0.0286	2	2
(8)	Penetration at 25°C	36	36	37.0	36.9	-5	-5
(9)	Viscosity at 60°C (poise)	6501	6470	5927.3	5964.6	4	4
(10)	Kinematic Viscosity at 135°C (cSt)	688	686	671.0	672.5	5	5
(11)	Penetration at 4°C	--	--	16.1	16.1	--	--



# Ensayos de Aptitud Interlaboratorio (“Proficiency Testing”):

Emulsified Asphalt Proficiency Sample Program Sample Numbers 43 & 44						
September 9, 2005						
Test Title Test	Lab Data		Averages		Ratings	
	43	44	43	44	43	44
<b>Saybolt Viscosity, T59 / D244</b>						
(1) Saybolt Furol Viscosity at 25°C (77°F) (s)	17.7	18.7	19.69	19.60	-4	-5
<b>RESIDUE BY DISTILLATION, T59 / D6997</b>						
(2) Percent Residue by Distillation (%)	57.5	57.6	57.49	57.56	5	5
(3) Percent Oil Distillate (%)	0.0	0.0	0.26	0.25	-4	-4
<b>TESTS ON DISTILLATION RESIDUE</b>						
<b>Penetration, T49 / D5</b>						
(4) Penetration at 25°C	131	127	132.4	132.9	-5	-5
<b>Solubility, T44 / D2042</b>						
(5) Solubility (%)	--	--	98.931	99.934	--	--
<b>RESIDUE BY EVAPORATION, T59 / D6934</b>						
(6) Residue by Evaporation - Beaker 1 (%)	--	--	57.61	57.67	**	**
(7) Residue by Evaporation - Beaker 2 (%)	--	--	57.65	57.65	**	**
(8) Residue by Evaporation - Beaker 3 (%)	--	--	57.67	57.69	**	**
(9) Residue by Evaporation - Average (%)	--	--	57.64	57.66	--	--
<b>TESTS ON EVAPORATION RESIDUE</b>						
<b>Penetration, T49 / D5</b>						
(10) Penetration at 25°C	--	--	118.4	118.8	--	--
<b>Solubility, T44 / D2042</b>						
(11) Solubility (%)	--	--	99.023	99.037	--	--



# Ensayos de Aptitud Interlaboratorio (“Proficiency Testing”):

## Bituminous Proficiency Sample Program Sample Numbers 183 & 184

Test Title	Lab Data		Averages		Ratings	
	183	184	183	184	183	184
<u>AASHTO T49 / ASTM D5, Penetration</u>						
Penetration at 25°C	45	46	46.72	46.72	-5	-5
Penetration at 4°C	--	--	19.25	19.29	--	--
<u>AASHTO T48 / ASTM D92, Cleveland Flash Point</u>						
Flash Point (°C)	349	346	350.2	350.1	-5	-5
<u>AASHTO T44 / ASTM D2042, Solubility</u>						
Solubility (%)	--	--	99.950	99.954	--	--
<u>AASHTO T228 / ASTM D70, Specific Gravity</u>						
Specific Gravity at 25/25°C	1.032	1.040	1.0421	1.0429	-2	-5
<u>AASHTO T201 / ASTM D2170, Kinematic Viscosity</u>						
Kinematic Viscosity at 135°C (cSt)	708	706	721.0	726.1	-5	-5
<u>AASHTO T202 / ASTM D2171, Viscosity at 60°C</u>						
Viscosity at 60°C (poise)	5625	5518	5357.9	5500.4	4	5
<u>AASHTO T179 / ASTM D1754, Thin Film Oven</u>						
Change in Mass (%)	-0.054	-0.049	-0.0401	-0.0324	-5	-5
Penetration at 25°C	40	38	37.9	38.3	5	-5
Percent Original Penetration at 25°C (%)	87	83	80.9	81.7	4	5
Viscosity at 60°C (poise)	9925	12875	10269.3	10556.5	-5	3
Viscosity at 60°C Ratio, Visc Res/Visc Orig	1.76	2.33	1.885	1.892	-5	3
Kinematic Viscosity at 135°C (cSt)	906	1098	1005.3	1016.3	-4	5
Kinematic Viscosity Ratio, Visc Res/Visc Orig	1.28	1.55	1.404	1.396	-4	3
Penetration at 4°C	--	--	18.1	18.1	--	--
Percent Original Penetration at 4°C (%)	--	--	87.3	88.0	--	--
<u>AASHTO T240 / ASTM D2872, Rolling Thin Film Oven</u>						
Change in Mass (%)	-0.052	-0.049	-0.0650	-0.0529	5	5
Penetration at 25°C	36	36	36.5	36.8	-5	-5
Percent Original Penetration at 25°C (%)	79	78	77.6	78.1	5	-5
Viscosity at 60°C (poise)	13273	14675	13265.5	13248.5	5	4
Viscosity at 60°C Ratio, Visc Res/Visc Orig	2.35	2.66	2.453	2.400	-5	4
Kinematic Viscosity at 135°C (cSt)	1157	1216	1183.9	1182.6	-5	5
Kinematic Viscosity Ratio, Visc Res/Visc Orig	1.63	1.72	1.642	1.630	-5	5
Penetration at 4°C	--	--	16.1	16.4	--	--
Percent Original Penetration at 4°C (%)	--	--	81.2	82.7	--	--



Hot Mix Asphalt Extraction Proficiency Sample Program Numbers 61 & 62

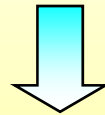
February 17, 2005

Test	Test Title	Lab Data		Averages		Ratings	
		61	62	61	62	61	62
<u>AASHTO T164 / ASTM D2172, Extraction Method</u>							
(1)	Percent Asphalt (%)	4.54	5.21	4.570	5.123	-5	5
<u>AASHTO T30 / ASTM D5444, Mechanical Analysis</u>							
(2)	Total Passing the 12.5 mm Sieve (%)	92.6	92.4	91.94	91.95	4	5
(3)	Total Passing the 9.5 mm Sieve (%)	73.7	80.3	73.54	79.90	5	5
(4)	Total Passing the 4.75 mm Sieve (%)	52.9	60.7	52.33	60.08	5	5
(5)	Total Passing the 2.36 mm Sieve (%)	32.5	33.9	32.77	33.37	-5	5
(6)	Total Passing the 1.18 mm Sieve (%)	19.1	19.1	18.85	18.81	5	5
(7)	Total Passing the 600 $\mu$ m Sieve (%)	11.2	11.2	10.93	10.91	5	5
(8)	Total Passing the 300 $\mu$ m Sieve (%)	8.6	8.6	8.30	8.29	5	5
(9)	Total Passing the 150 $\mu$ m Sieve (%)	7.7	7.8	7.49	7.48	5	5
(10)	Total Passing the 75 $\mu$ m Sieve (%)	7.31	7.39	7.050	7.058	5	5
<b><u>TESTS ON RECOVERED ASPHALT</u></b>							
<b><u>AASHTO T170 / ASTM D1856</u></b>							
<u>AASHTO T49 / ASTM D5, Penetration</u>							
(11)	Penetration of Residue at 25°C	--	--	44.2	43.9	--	--
<u>AASHTO T201 / ASTM D2170, Kinematic Viscosity</u>							
(12)	Kinematic Viscosity at 135°C (cSt)	--	--	595.1	594.0	--	--
<u>AASHTO T202 / ASTM D2171, Viscosity at 60°C</u>							
(13)	Viscosity at 60°C (poise)	--	--	4241.2	4340.9	--	--
<u>AASHTO T315, Dynamic Shear Rheometer</u>							
(14)	Dynamic Shear Rheometer $G^*/\sin\delta$ (kPa)	--	--	1.215	1.241	--	--
<b><u>TESTS ON RECOVERED ASPHALT</u></b>							
<b><u>ASTM D5404</u></b>							
<u>AASHTO T49 / ASTM D5, Penetration</u>							
(15)	Penetration of Residue at 25°C	33	34	38.6	41.6	**	**
<u>AASHTO T201 / ASTM D2170, Kinematic Viscosity</u>							
(16)	Kinematic Viscosity at 135°C (cSt)	721	714	678.4	673.6	**	**
<u>AASHTO T202 / ASTM D2171, Viscosity at 60°C</u>							
(17)	Viscosity at 60°C (poise)	7481	7213	5838.9	5612.4	**	**
<u>AASHTO T315, Dynamic Shear Rheometer</u>							
(18)	Dynamic Shear Rheometer $G^*/\sin\delta$ (kPa)	--	--	1.354	1.412	**	**



## **Ensayos de Aptitud Interlaboratorio ("Proficiency Testing") :**

**Cuando los resultados de los ensayos NO resultan dentro del intervalo de conformidad o se visualice una tendencia determinada**



**tomar respectivamente acciones correctivas o preventivas, siguiendo los lineamientos establecidos por el Laboratorio**



## IMPORTANTE!!!

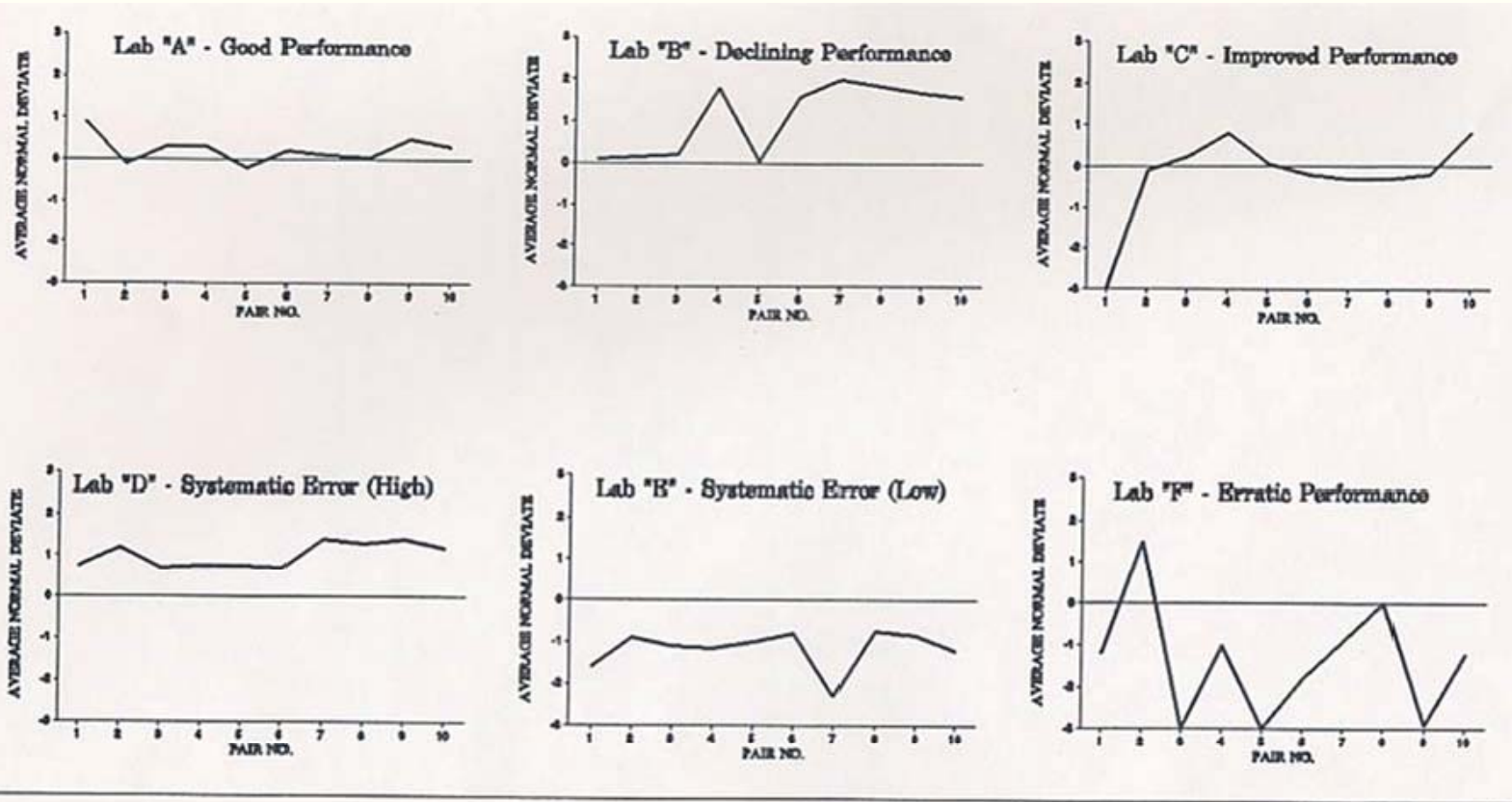
Los datos obtenidos a través del programa del aseguramiento de la calidad deben ser registrados en forma tal que se puedan detectar las **tendencias** y aplicar técnicas estadísticas para la revisión de los resultados.



## Evaluación de las tendencias de los resultados obtenidos:

Los **gráficos de control** son una herramienta de trabajo para el control estadístico de los resultados de ensayo y sirven para monitorearlos.

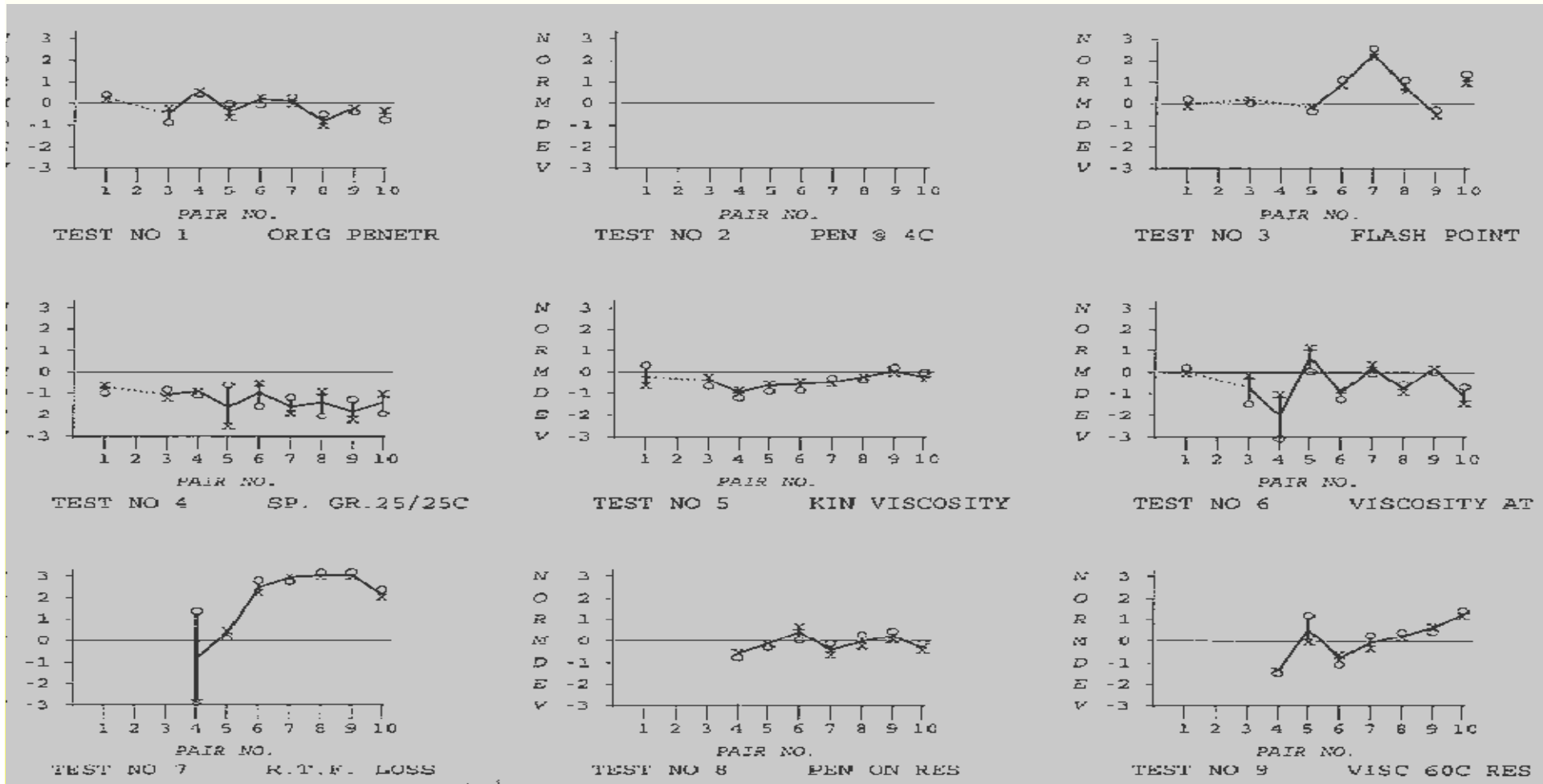
# Ejemplo: Ensayo de Interlaboratorio



SOIL PROFICIENCY SAMPLE PROGRAM - LIQUID LIMIT TEST  
 PERFORMANCE OF 6 LABORATORIES OVER A 5 YEAR PERIOD  
 (6 MONTH TEST INTERVAL)

# Ejemplo: Ensayo de Interlaboratorio AMRL Proficiency Sample Program

## Sample Nos 175 / 176 - 193 / 194

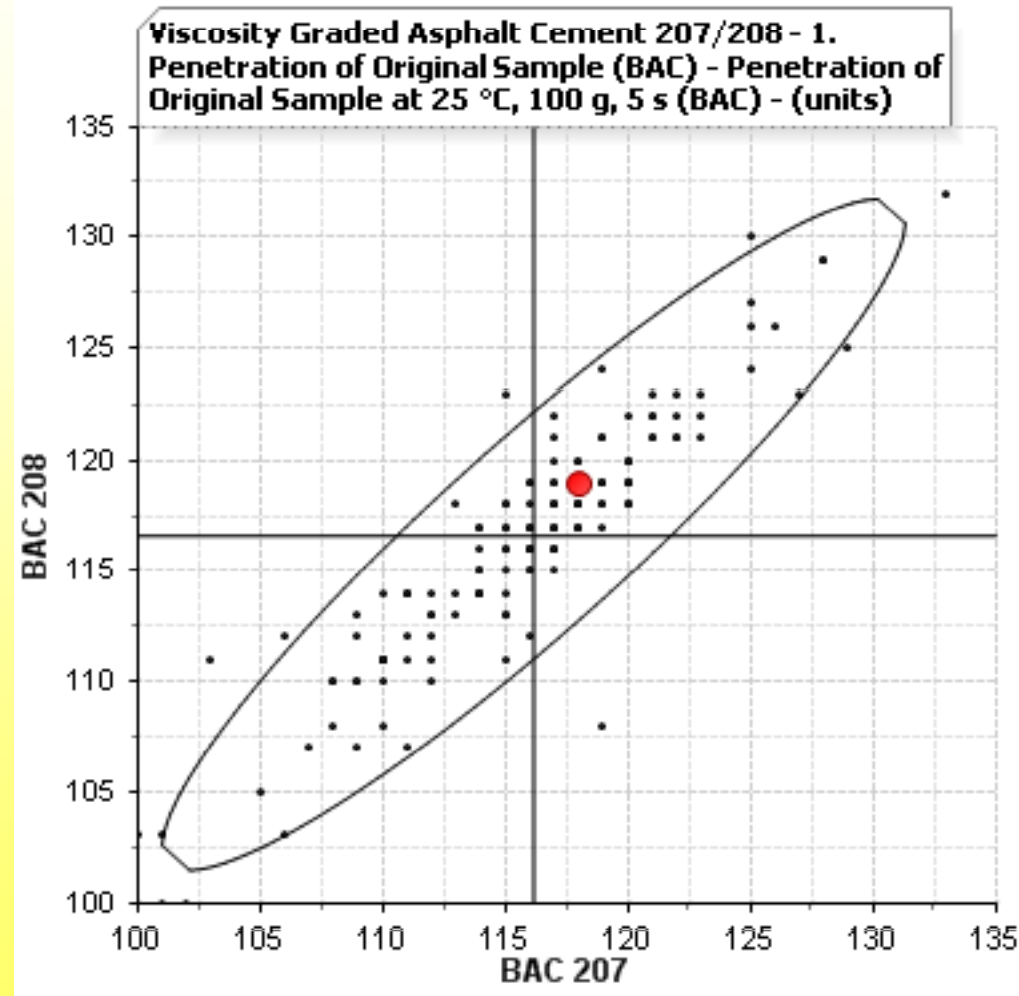


Penetration of Original Sample (BAC)

**Penetration of Original Sample at 25 °C, 100 g, 5 s (BAC) (units)**

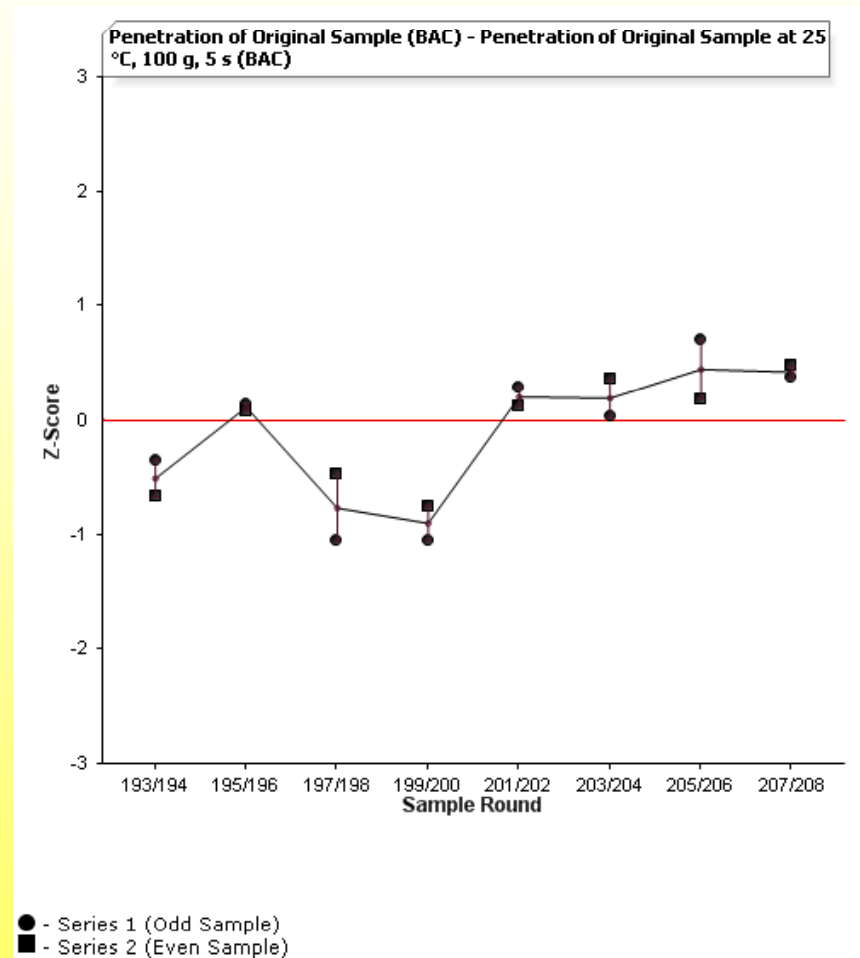
[View Youden Diagram](#) | [View Performance Chart](#)

		Sample 207					Sample 208				
	Total Labs	Lab Data	Avg	1S	Z-Score	Rating	Lab Data	Avg	1S	Z-Score	Rating
<b>1</b>	156	<b>118</b>	116.1	5.0	<b>0.38</b>	<b>5</b>	<b>119</b>	116.6	4.9	<b>0.48</b>	<b>5</b>





# Z - score



# **Análisis de resultados**

- **El analizar un resultado con un rating inferior a tres permite al laboratorio descubrir fallas en algunos equipos de ensayo, por ejemplo: falla en ventiladores de hornos de envejecimiento, calidad del agua destilada, equipos calibrados con certificado vigente al que se detectan errores por fallas mecánicas (Ej. balanzas, equipos de vacío, etc.).**
- **El análisis de estos gráficos permite ver si hay errores sistemáticos y analizar junto al analista la causa posible del mismo, efectuar los registros correspondientes y tomar las medidas correctivas y/o preventivas para verificar si en el próximo interlaboratorio hemos mejorado con las medidas adoptadas y así poder obtener evidencia de la eficacia de la acción tomada.**



# Síntesis Final

**El laboratorio debe llevar acabo periódicamente controles de calidad internos y externos con la finalidad de verificar que sus resultados tienen una precisión y veracidad aceptables y mejorar en conjunto el funcionamiento del mismo.**



# Síntesis Final

**Las normas incluyen criterios de aceptabilidad para los resultados de los ensayos y los gráficos de control permiten monitorear el proceso del mismo. Los límites de variación de los resultados permiten calcular la incertidumbre para cada ensayo.**



# Síntesis Final

**El monitoreo de los ensayos interlaboratorios permite ver cuan alejado estamos del valor verdadero o de referencia y poder así visualizar la exactitud.**

## Referencias

- **AASHTO Materials Reference Laboratory  
The Programs of the AMRL – June 1994**
- **Reportes de resultados del AMRL del Laboratorio  
de Asfaltos del LATU (1994 – 2007)**
- **Documento de Calidad LATU - PRD.GAC.029  
Procedimiento de Control de Calidad de Ensayos**
- **Documento de Calidad LATU - PRD.GAC051  
Guía para la realización de Gráficos de Control de  
variables.**
- **AMRL – Home <http://www.amrl.net>**



***Gracias por su atención***