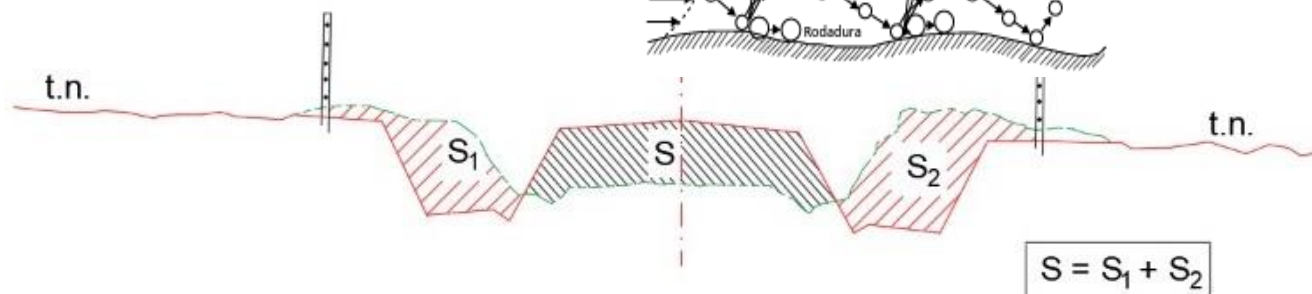
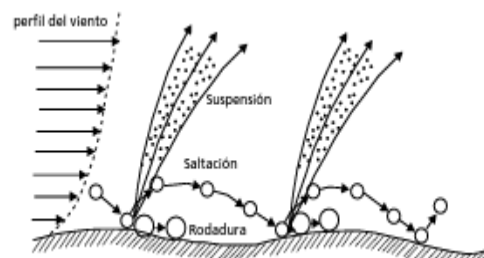


# BUENAS PRÁCTICAS EN TECNOLOGÍAS DE ESTABILIZACIÓN DE CAMINOS RURALES

**ESTABILIZACIÓN GRANULAR** —CONSIDERACIONES DE APLICACIÓN  
ING. GASTÓN FRANCISCO BLANC



# PORQUÉ ESTABILIZAR





# OBJETIVOS

- ✓ Procurar estabilidad, para cualquier condición climática y de servicios, de manera que la capa estructural sea **insensibles** a los **cambios** de **humedad** y **solicitaciones**.
- ✓ Capacidad no solo resistente a las solicitaciones, sino de asegurar la **permanencia** de ese **estado** a través del tiempo.
- ✓ Aplicación de **fáciles técnicas conservación** en razón de las magnitudes económicas puesto en juego para esta red secundaria.



# ESTABILIZADO GRANULAR - PROPIEDADES Y TIPOS

LA ESTABILIDAD SE LA PUEDE CONSIDERAR COMO LA RESISTENCIA AL CORTE, QUE DEPENDE DE

- ✓ **Fricción Interna:** producida por el **frotamiento de las partículas** entre sí (suelos de granos grandes y rugosos como las arenas, poseen elevada fricción interna).
- ✓ **Cohesión:** **aparente** se atribuye a **finísimas películas de agua** que rodean a las partículas de suelo, produciendo una fuerza de vinculación.



TIPO DE ESTABILIZACION QUE INTERVIENE EN UN E.G.

- ✓ **Estabilización mecánica:** manipuleo y compactación para obtener densificación.
- ✓ **Estabilización física:** obtención de una adecuada granulometría para un  $t_{máx}$ , mediante la incorporación de agregados pétreos, arenas granulares y finos.



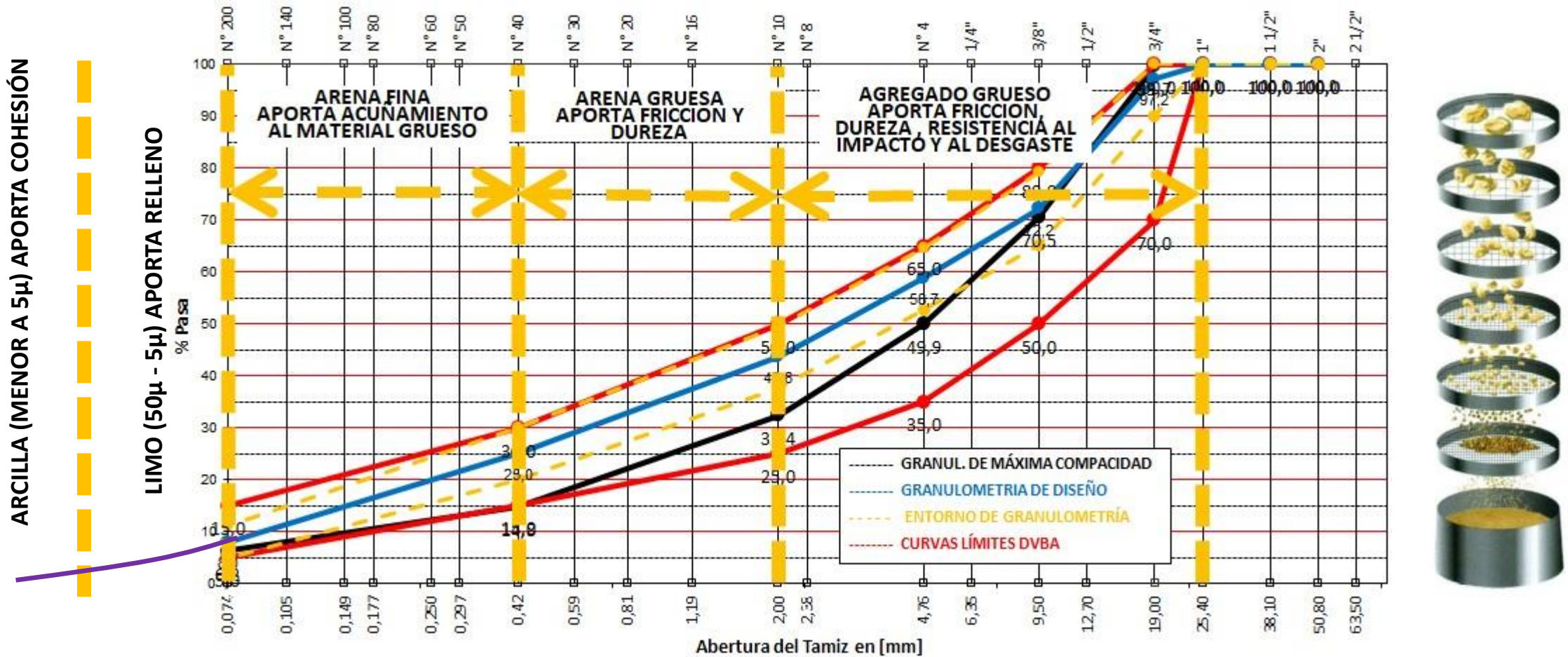
# DEFINICION

- ✓ Mezcla homogénea de materiales, que en proporciones adecuadas de agregados, suelo, agua y eventualmente aditivos, se alcanza la estabilización y aporte estructural a la capa.
- ✓ El cumplimiento de los parámetros exigibles, estará condicionado por un **adecuado diseño, mezclado y compactación especial.**
- ✓ Las partículas más **gruesas** suministrarán fricción y resistencia al impacto, las **intermedias** acúñamiento de la estructura y las más **finas** el sostén de delgadas películas de agua, para desarrollar cohesión.





## APORTE DE PROPIEDADES DE CADA FRACCIÓN EN UNA MEZCLA GRANULAR

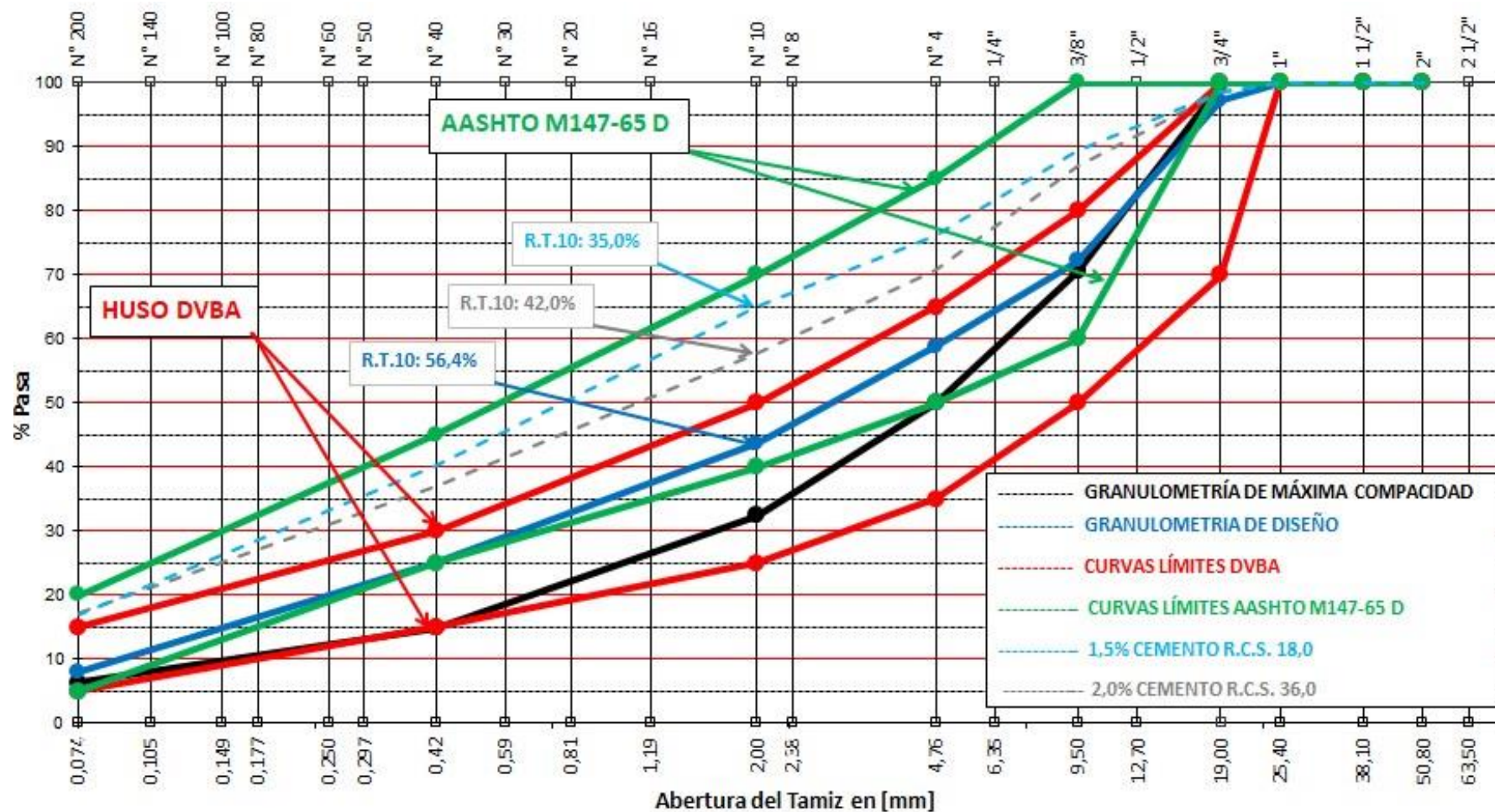


## CONDICIONES DE GRANULOMETRÍA: ESTABILIZADO GRANULAR CON O SIN CEMENTO

**DISEÑO Y  
CONTROL  
C/ R.C.S.  $\geq$   
18 KG/CM<sup>2</sup>**

**DISEÑO Y  
CONTROL  
C/ R.C.S.  $\geq$   
36 KG/CM<sup>2</sup>**

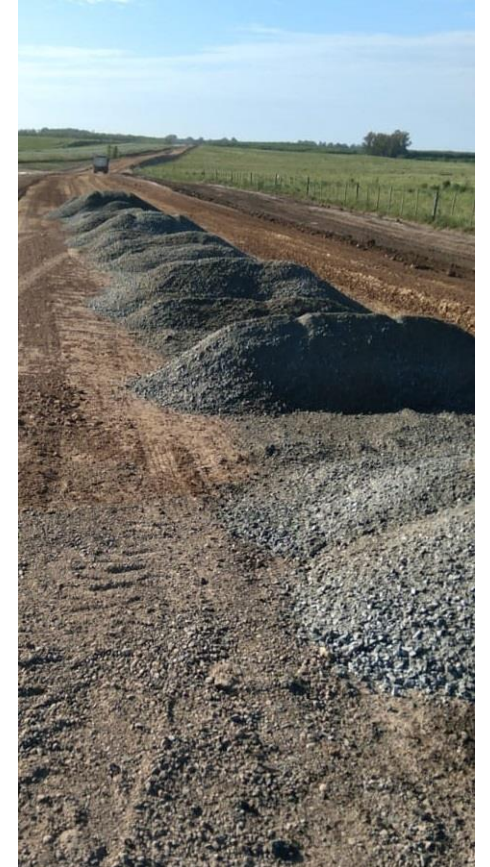
**DISEÑO Y  
CONTROL  
C/ V.S.R.  $\geq$   
60%**





# PROCESO CONSTRUCTIVO – ETAPAS CAMINO RURAL

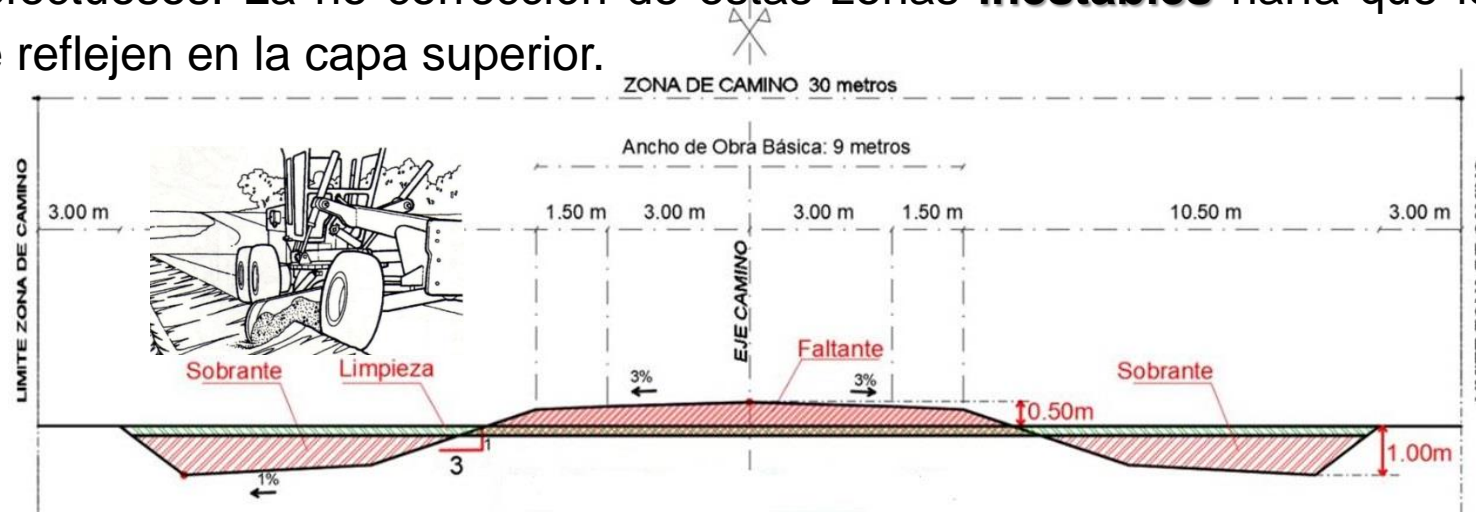
- ✓ Preparación de la subrasante
- ✓ Distribución de los materiales en el camino
- ✓ Mezclado y homogeneización de los materiales
- ✓ Humedecimiento y mezclado final
- ✓ Conformado
- ✓ Construcción de banquetas
- ✓ Compactación inicial
- ✓ Corte, perfilado y sellado final
- ✓ Tipos de control
- ✓ Conservación preventiva





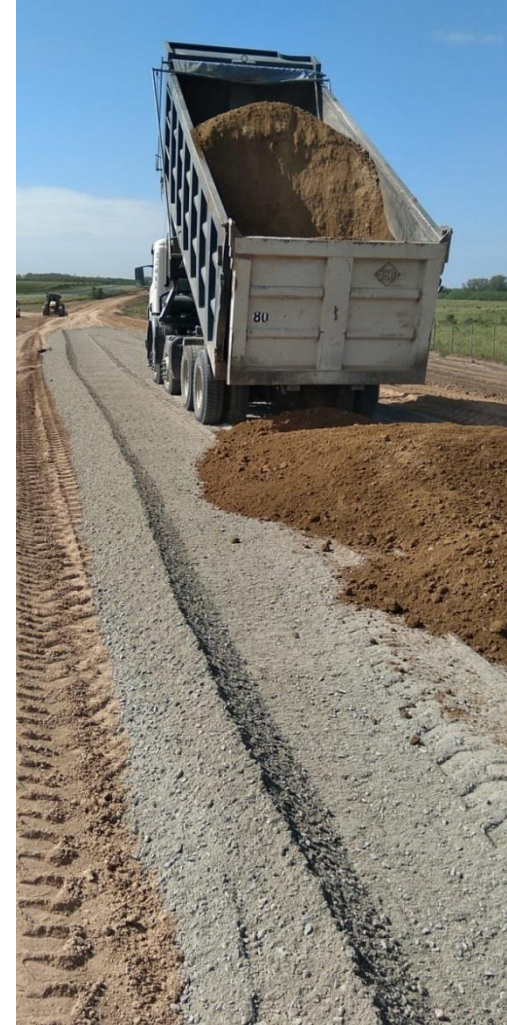
# PREPARACIÓN DE LA SUBRASANTE

- ✓ Será acondicionada, según perfiles de obra, cumpliendo las exigencias, ya sea en sentido transversal como longitudinal.
- ✓ Elevar y alejar la rasante del nivel de las aguas para regímenes de lluvia de RM, condición para que la obra básica sea estable.
- ✓ Deberá escarificarse a una profundidad no menor de 20 cm, y el material de esta operación será trabajado y compactado en forma especial.
- ✓ Si se observaran ablandamiento o baches, deberán reemplazarse los materiales defectuosos. La no corrección de estas zonas **inestables** haría que los mismos se reflejen en la capa superior.



# DISTRIBUCION DE LOS MATERIALES

- ✓ Se deposita en caballetes, con unidades de transporte, de manera de lograr uniformidad de volumen del material.
- ✓ Se distribuirán sobre tramos de subrasante aprobada en una longitud acorde al plan de jornada diaria (ej: 300 m).
- ✓ A fines de obtener la granulometría especificada, se deberá disponer los materiales en forma superpuesta.
- ✓ El suelo se deberá intercalar entre los cortes de agregados, para evitar que se contamine y se apelmace con el de la subrasante.





# DISTANCIA DE MATERIALES – FLOTA DE CAMIONES JORNAL

## 1 - DATOS DE LA CAPA A ESTABILIZAR

ESPESOR: **15,0** CM  
ANCHO: **6,0** M

## 2 - DISEÑO

A.T.G. 6-19: **40,0%**  
A.T.G. 0-6: **35,0%**  
SUELO: **25,0%**

## 3 - DENSIDAD MÁXIMA PROCTOR Y W.OPTIMA

D.S.M.: **2120,0** KG/M3  
W.OPTIMA: **7,5** %

## 4 - PERDIDAS DE MATERIALES

P.M.: **5,0** %

## 5 - PESO POR METRO LINEAL

PESO X M.L.: **2003,4** KG/M

## 6 - PESO X METRO LINEAL DE CADA UNO

PESO X M.L. A.T.G. 6-19: **801,4** KG/M  
PESO X M.L. A.T.G. 0-6: **701,2** KG/M  
PESO X M.L. SUELO: **500,9** KG/M

## 7 - DENSIDAD APARANTE O P.U.V.

PUV. A.T.G. 6-19: **1550** KG/M3  
PUV. A.T.G. 0-6: **1450** KG/M3  
PUV. A.T.G. SUELO: **1230** KG/M3

## 8 - DISTANCIA DE DISTRIBUCIÓN

A.T.G. 6-19: **1,93** M/M3  
A.T.G. 0-6: **2,07** M/M3  
SUELO: **2,46** M/M3

## 9 - CAPACIDAD DE TRANSPORTE

A.T.G. 6-19: **18,0** M3  
A.T.G. 0-6: **20,0** M3  
SUELO: **22,0** M3

## 10 - RENDIMIENTO JORNADA DIARIA

**300** M/DIA

## 11 - DISTANCIA X UNIDAD DE TRANSPORTE Y CANTIDAD DE FLOTA DE TRANSPORTE

A.T.G. 6-19: **34,8** M  
A.T.G. 0-6: **41,4** M  
SUELO: **54,0** M

A.T.G. 6-19: **9,0** CAMIONES DE AGREGADO GRUESO  
A.T.G. 0-6: **7,0** CAMIONES DE AGREGADO FINO  
SUELO: **6,0** CAMIONES DE SUELO



# MEZCLADO INICIAL Y HOMOGENEIZACION

- ✓ Mezclado deberá cumplir con la granulometría especificada.
- ✓ Equipos como motoniveladora, rastra de disco, rotovator, pulvimixer de arrastre o autopropulsado, estabilizadora, etc.
- ✓ Cuando se utilice la motoniveladora, la operación se efectuará llevando el material acordonado sobre un lateral, hacia el lado opuesto y luego al centro de la calzada.
- ✓ No incorporar durante el mezclado, material de subrasante.
- ✓ Controles de **granulometría** de muestras extraídas a cada lado del caballete, con el fin de evaluar si, se encuentren dentro del **entorno de trabajo** de la curva de diseño.





# HUMEDECIMIENTO

## 1 - DATOS DE LA CAPA Y REGADOR

ESPESOR:	15,0	CM
ANCHO:	6,0	M
ANCHO BARRA:	2,40	M
ESP. MAX. RIEGO:	5,0	CM
CAPACIDAD RIEGO:	4200,0	LITROS
TIEMPO DE DESCARGA:	15,0	MINUTOS

## 2 - DISEÑO

A.T.G. 6-19	40,0%
A.T.G. 0-6	35,0%
SUELO	25,0%

## 3 - DENSIDAD MÁXIMA PROCTOR Y W.OPTIMA

D.S.M.:	2120,0	KG/M3
W.OPTIMA:	7,5	%

## 4 - HUMEDAD A ADICIONAR

W.PERDIDA:	2,5	%
W.MEZCLA:	1,6	%
W.ADICIONAR:	8,4	%

## 5 - P.U.V. SUELTO MEZCLA

P.U.V. SUELTO:	1435,0	KG/M3
----------------	--------	-------

## 6 - PESO X METRO LINEAL DE LA MEZCLA

PESO X M.L. MEZCLA:	2003,4	KG/M
---------------------	--------	------

## 7 - CANTIDAD DE AGUA POR METRO LINEAL

H <sub>2</sub> O LITROS/M:	168,1	LTRS/M
----------------------------	-------	--------

## 8 - VOLUMEN X METRO LINEAL

VOL. MEZCLA:	1,396	M3/M
--------------	-------	------

## 9 - VOL. CADA CAPA X MTR S/ANCHO RIEGO

VOL. CAPA:	0,120	M3/M
------------	-------	------

## 10 - CANTIDAD DE CAPAS A DISTRIBUIR

N° DE CAPAS:	12
--------------	----

## 11 - CANTIDAD DE AGUA X CAPA Y X ML

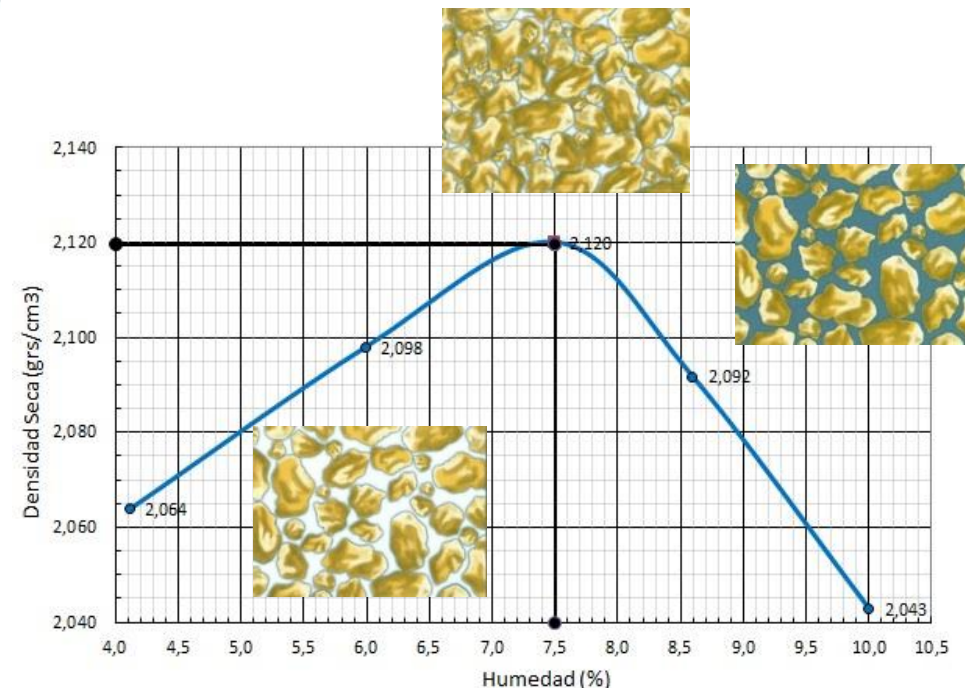
H <sub>2</sub> O X CAPA/ML:	14,0	LTRS / M
-----------------------------	------	----------

## 12 - LONGITUD DE CABALLETE A REGAR

LONGITUD:	300,0	M
-----------	-------	---

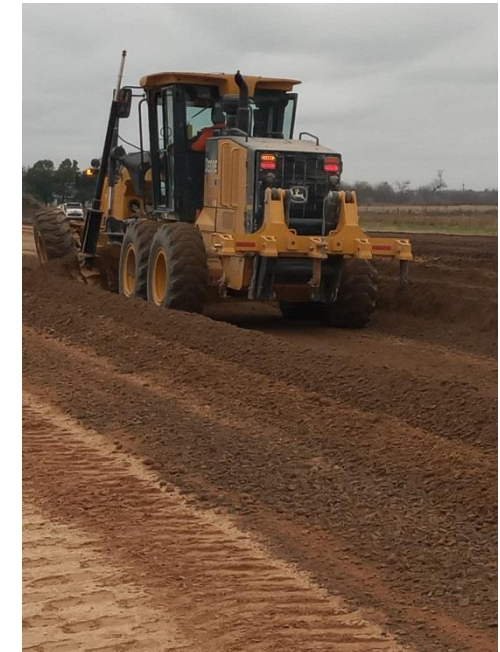
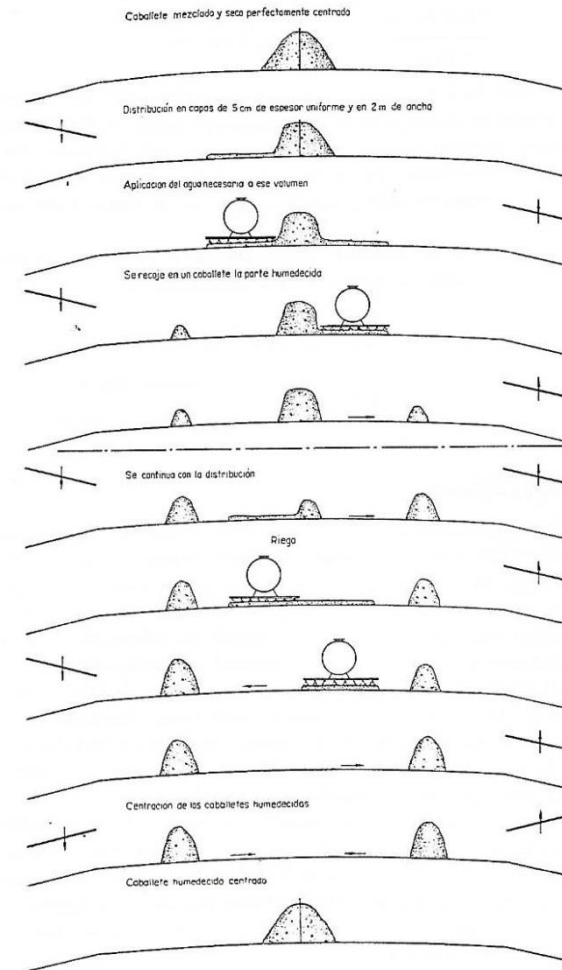
## 13 - CALCULO VELOCIDAD DEL RIEGO, TAL QUE SU DESCARGA SE REALICE EN LAS SIGUIENTES PASADAS

VELOCIDAD DEL RIEGO:	7,2	KM/H
----------------------	-----	------



# HUMEDECIMIENTO Y MEZCLADO FINAL

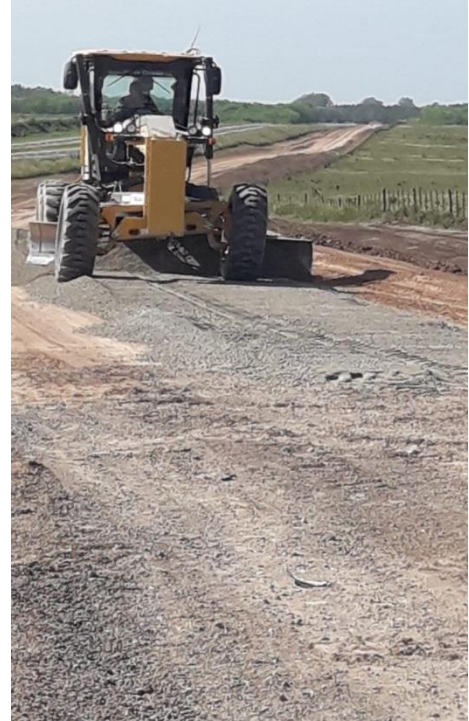
- ✓ Se inicia con el caballete centrado.
- ✓ Se distribuye con la motoniveladora 5 cm de la mezcla hacia uno de los laterales (ej: 12 capas).
- ✓ Se aplica el humedecimiento de acuerdo a la velocidad (ej: 7,2 km/h).
- ✓ Se repite para al lado opuesto y así sucesivamente hasta tener dos caballetes laterales.
- ✓ Luego con ambos caballetes laterales se repite el procedimiento para conformar un caballete central.





# CONFORMADO Y BANQUINA

- ✓ El conformado se inicia con el caballete centrado en el eje de la calzada.
- ✓ Se evitará no generar segregaciones en las operaciones y se humectará para compensar pérdidas por evaporación.
- ✓ El material deberá ser llevado desde el centro hacia los bordes de la calzada.
- ✓ Se controlará la flecha y espesores del material suelto.
- ✓ Empalmes **transversales** y **longitudinales**, se ejecutarán escarificando la base ya ejecutada, a fin de obtener transiciones con mejor densificación y una adecuada regularidad.
- ✓ Se ejecutara ambas banquetas para calzar la base, mediante perfilado con extracción.
- ✓ Las banquetas, permitirán mejorar el efecto de confinamiento a la capa de estabilizado granular, evitando descalce y desmoronamiento de sus bordes.



# DISTRIBUCIÓN, DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO EN CAMPO





# DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO EN PLANTA + DISTRIBUCIÓN EN CAMPO



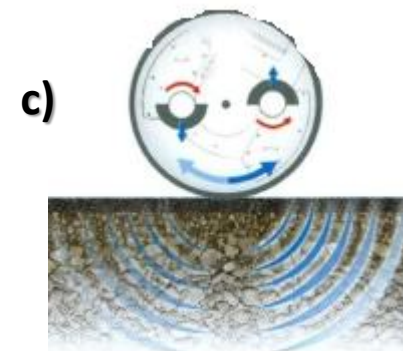
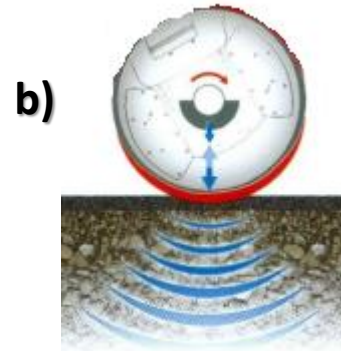


# COMPACTACIÓN INICIAL

- ✓ Tipo de mezcla de estabilizado granular
- ✓ Energía de aplicación
- ✓ Humedad inicial de compactación
- ✓ Espesor de la capa
- ✓ Forma de los agregados gruesos

## Tipos de Compactación

- a) Por peso propio estático
- b) Con sistema de vibrado
- c) Con sistema oscilatorio

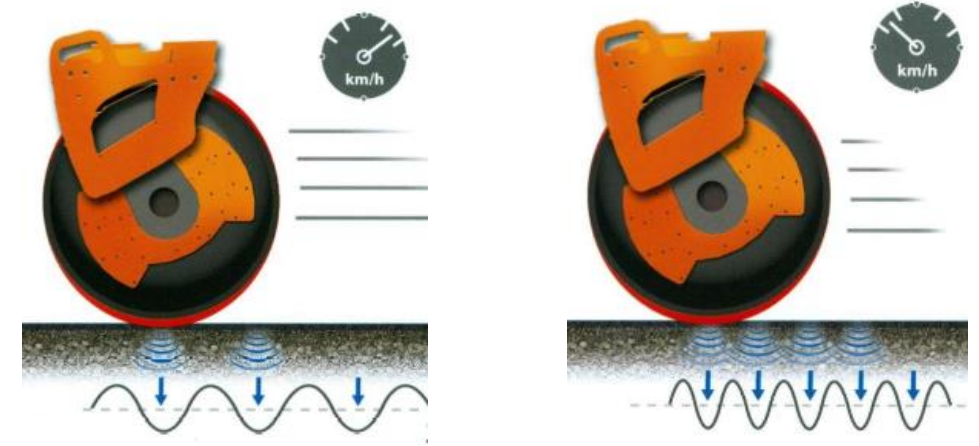
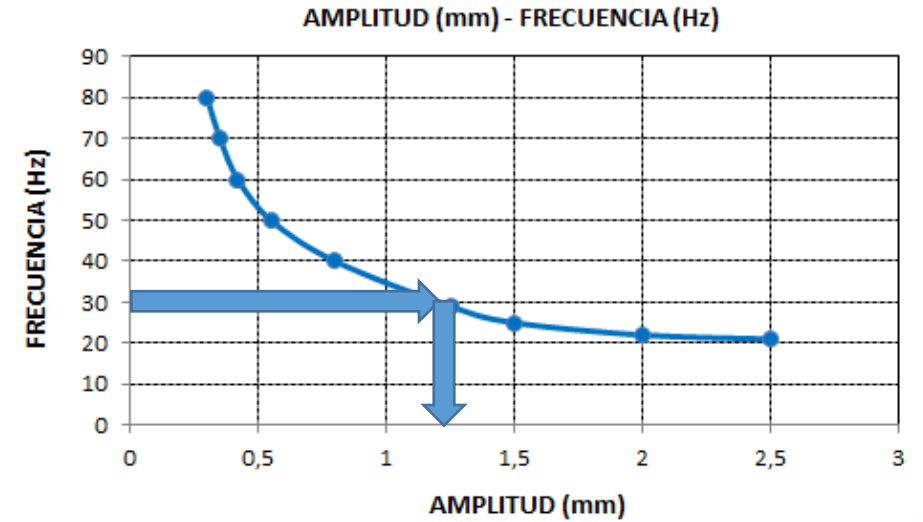




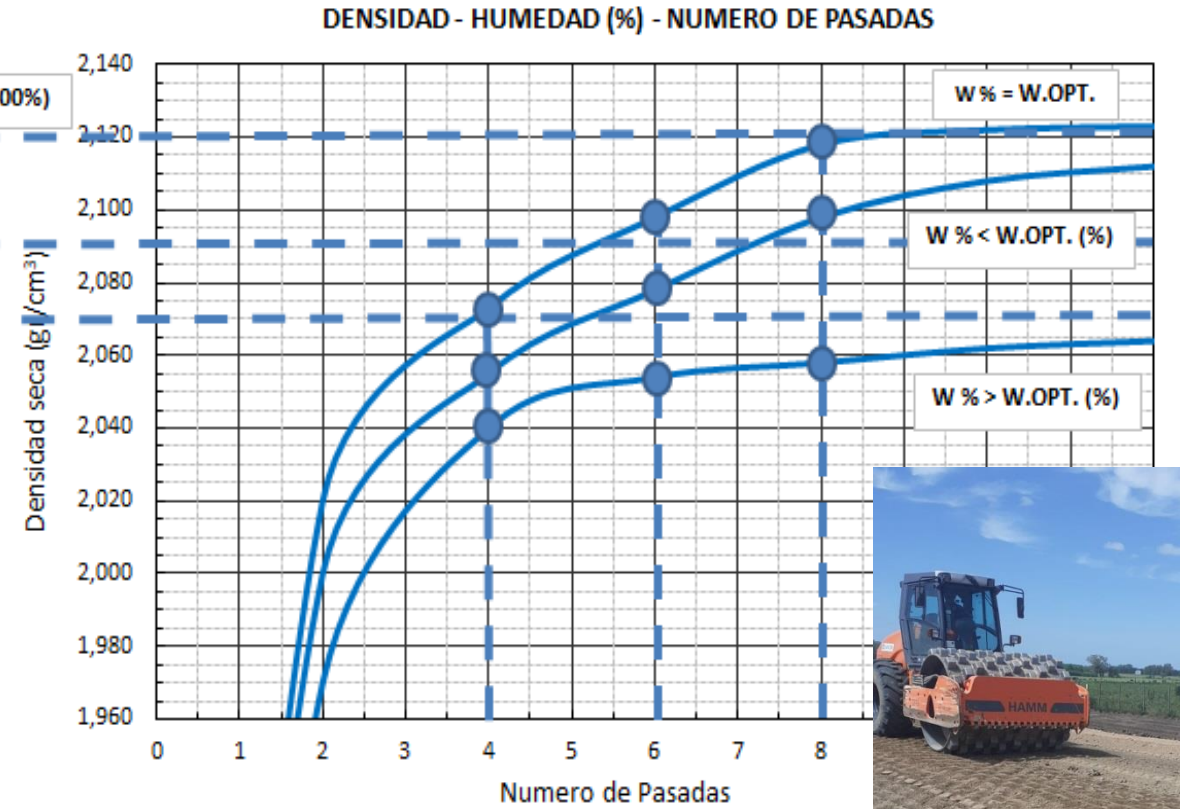
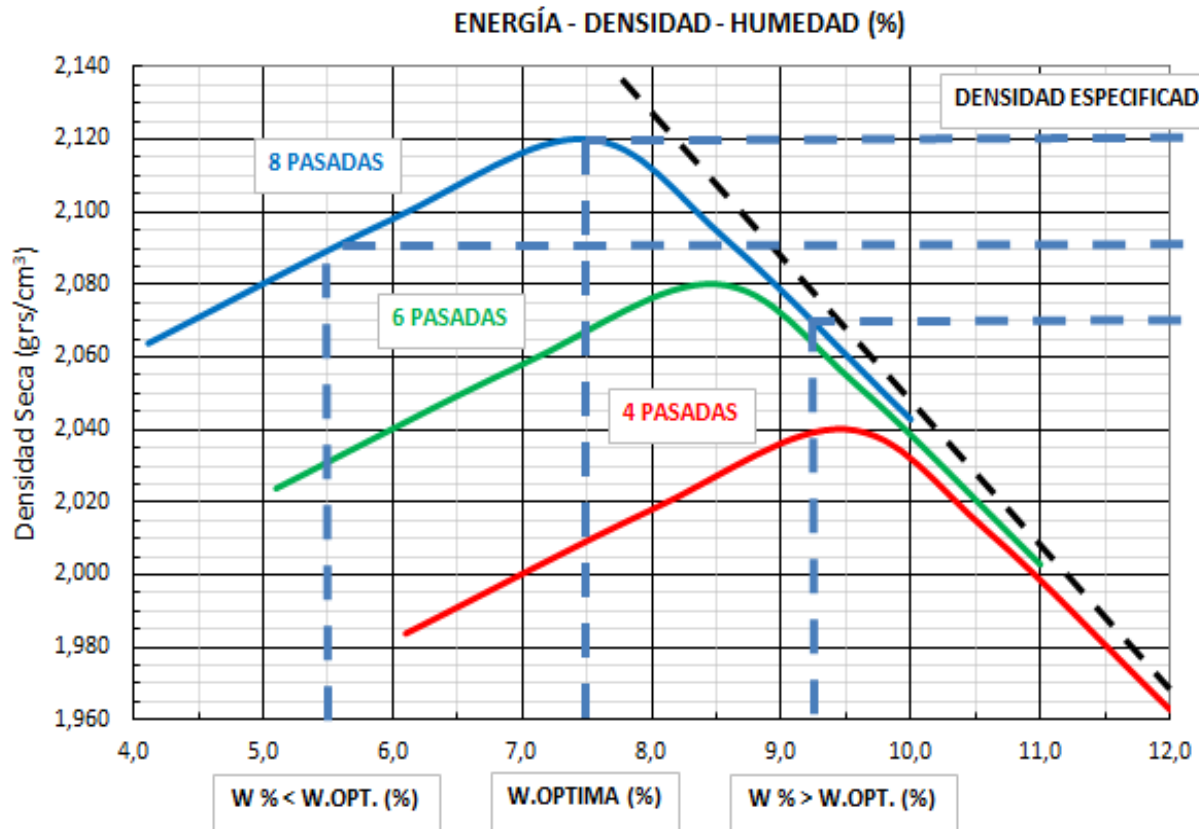
# COMPACTACIÓN (AMPLITUD – FRECUENCIA – VELOCIDAD)



- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| ✓ Amplitud baja < 0,5 mm     | ✓ Gran amplitud > 1 mm       |
| ✓ Escasa fuerza de impacto   | ✓ Elevada fuerza de impacto  |
| ✓ Bajo efecto en profundidad | ✓ Gran efecto en profundidad |



# COMPACTACIÓN INICIAL – TRAMO DE PRUEBA





# COMPACTACIÓN INICIAL

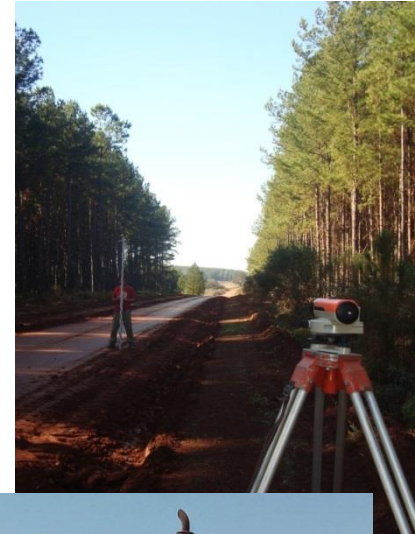
- ✓ Se inicia partiendo desde los bordes hacia el centro, con equipo **pata de cabra** o **liso con vibro** (dependiendo de la característica de la mezcla granular).
- ✓ El número de pasadas resultara de un análisis del **tramo de prueba (amplitud, frecuencia y velocidad)**, pero en general podrán variar entre 6 (seis) y 8 (ocho).
- ✓ En las mezclas cuando la granulometría tienda hacia el límite inferior del huso, es decir gruesa, el número de pasadas será aumentado hasta no producir segregación y descompactación.



$$Rend = \frac{1,7 \text{ m} \times 8,0 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times 15 \text{ cm} \times 10}{8} \times 0,83 \times 0,80 = 170 \text{ m}^3/\text{h}$$

# PERFILADO Y SELLADO FINAL

- ✓ Un buen perfilado requerirá de un grado de humedad adecuado para un buen corte.
- ✓ Durante el perfilado la cuchilla de la motoniveladora deberá actuar al sesgo, con la máxima inclinación posible (parte superior de vertedera hacia adelante y cuchilla hacia atrás), procurando de evitar el arrastre de las partículas gruesas que producirían surcos longitudinales.
- ✓ El producto del perfilado no intervendrá como material de base, sino que será utilizado como recubrimiento en banquina.
- ✓ Se nivelara la flecha cada 25 metros según el perfil tipo.
- ✓ Para la compactación final se podrá anexar un rodillo neumático para sellar y mejorar aspectos de impermeabilización.





# TIPOS DE CONTROL EN CAMPO

- ✓ Previamente se realizará la granulometría y la compactación Proctor
- ✓ Se tomarán muestras de densidades in-situ y se lo comparará con la máxima seca de jornada (grado de compactación % Dso).
- ✓ El DCP con su correlación correspondiente permite verificar en forma indirecta el VSR IN-SITU
- ✓ Mediante el LWD se puede determinar el módulo de la capa y grado de densificación.

$$\% C = \frac{Elwd Campo}{Elwd Objetivo} \times 100$$

$$E_{campo} = \frac{2 K_s (1 - v^2)}{A r_0} \times 1000$$

$$E_{objetivo} = \left( 1 - \frac{2 v^2}{1 - v} \right) \frac{4 H}{\rho D^2} K_s$$

$K_s$  = Coef. de rigidez =  $F/S$

$v$  = Coef. de Poisson

$R_0$  = Radio de la placa

$A$  = Parámetro de contacto

$H$  = Altura del molde

$D$  = Diámetro del molde o placa

$F$  = Carga promedio aplicada

$S$  = Deflexión promedio máxima



# CONSERVACIÓN PREVENTIVA

- ✓ Será sometida a conservación por un período no inferior a 30 días o el establecido contractualmente.
- ✓ Ejecución de riegos diarios, que se regularán de modo que la humedad en los 5 cm superiores, no exceda del 60% del óptimo, a fin de mantener el perfil, compactación y garantizar el sellado con el tránsito vehicular.
- ✓ Mantenimiento del perfil de drenaje transversal en banquetas.
- ✓ Cuando se produzcan por la acción del tránsito o por agentes atmosféricos pérdidas de lisura, se deberá restituir el perfil mediante perfilados livianos con compactación.





# CONSIDERACIONES FINALES

- ✓ El huso de otras curvas limites permiten diseñar y controlar estabilizados granulares con un mejor análisis técnico – económico, cumpliendo los parámetros exigibles y funcionando como una matriz granular - cementante en lugar del contacto entre agregado pétreo.
- ✓ La estabilización granular no requiere de una ventana de trabajo tan estricta como si se exigen en los tipos hidraulizantes.
- ✓ La compactación es para alcanzar solo el % especificado, no para producir la alteración de su granulometría de diseño.
- ✓ Al tratarse de un material flexible, los mantenimientos como baches, erosiones viales, etc., son de fácil intervención.
- ✓ La mejora en la regularidad longitudinal (confort usuarios), pueden garantizarse mediante el mantenimiento con perfilados livianos.

# GRACIAS POR SU ATENCIÓN

**ING. GASTÓN FRANCISCO BLANC**

**TEL: 236 4225294**

[gfb Blanc@hotmail.com](mailto:gfb Blanc@hotmail.com); [gastonblanc328@gmail.com](mailto:gastonblanc328@gmail.com)