

A faint, light gray world map is visible in the background of the slide, centered on the Americas.

# ПМБ и герметики в Колумбии

## Опыт применения в инфраструктурных проектах

Хайме Сапата Дуке – муниципалитет Медельин, Колумбия

PRO Битум и ПБВ – Санкт-Петербург 4-5 апреля 2019 г.

**ПМБ и герметики в Колумбии**  
Опыт применения в инфраструктурных проектах

## Колумбия в мире



## Общие сведения о Колумбии

Источник: Всемирный банк, 2017 г.

• Население (млн)	49,07
• Прирост населения (% в год)	0,8
• Площадь (тыс. кв. км)	1 141,7
• Плотность населения (чел. на кв. км)	44,2
• Доля населения, живущего за чертой бедности (%)	26,9
• Ожидаемая продолжительность жизни при рождении (лет)	74
• ВВП (млрд долл. США)	314,46
• Рост ВВП (% в год)	1,8
• Инфляция, дефлятор ВВП (% в год)	5,5
• Совокупные расходы по обслуживанию долга (% от экспорта товаров, услуг и первичного дохода)	41,6
• Прямые иностранные инвестиции, чистый приток (платежный баланс, млн долл. США)	14 013



Колумбия — тропическая страна, в которой встречаются разные климатические условия. Климат зависит от таких географических и атмосферных факторов, как интенсивность осадков, солнечная радиация, температура, ветровые системы, долгота, высота над уровнем моря, континентальность и влажность воздуха.

# Дорожная сеть Колумбии

От дорог 1го поколения к  
автомагистралям 4го поколения

## Дорожная сеть Колумбии

За управление дорогами Колумбии – «Национальной дорожной сетью» – отвечает подведомственный Министерству транспорта Национальный дорожный институт (INVÍAS) и его территориальные управления. В некоторых случаях управление в порядке концессии делегируется частным компаниям.

Протяженность дорожной сети 206 727 км, включая:

- Дороги национального значения: 19 306 км (Крупные автодороги, обслуживаются гос-вом)
- Дороги регионального значения: 45 137 км (в ведении региональных властей)
- Дороги местного значения: 142 284 км (состоит из дорог третьего порядка или дорог между деревнями, обслуживается муниципалитетами)

Дорожная инфраструктура также включает 5 097 мостов, 1 266,80 км разделенных шоссе, 10 виадуков и 40 тоннелей.

По данным Инфраструктурной палаты Колумбии, на каждый квадратный километр в стране приходится 9 км дорог.



# Проект 4G

Самый масштабный  
инфраструктурный проект  
в истории Колумбии

## Проект 4G

### Самый масштабный инфраструктурный проект в истории Колумбии

Работы по проекту «Дороги четвертого поколения» (Проект 4G) начались в 2010–2018 гг.

Объем работ больше, чем в проектах предыдущих поколений, что делает текущий проект самым масштабным в истории страны.

Проект реализуется в четыре этапа по ключевым транспортным коридорам и нацелен на сокращение расстояний между городами и создание новой сети магистралей. Подразумевается и участие частного сектора: частные компании представляют свои проекты для оценки и получения одобрения реализации.



## Сеть концессионных дорог в Колумбии (в основном в рамках Проекта 4G)

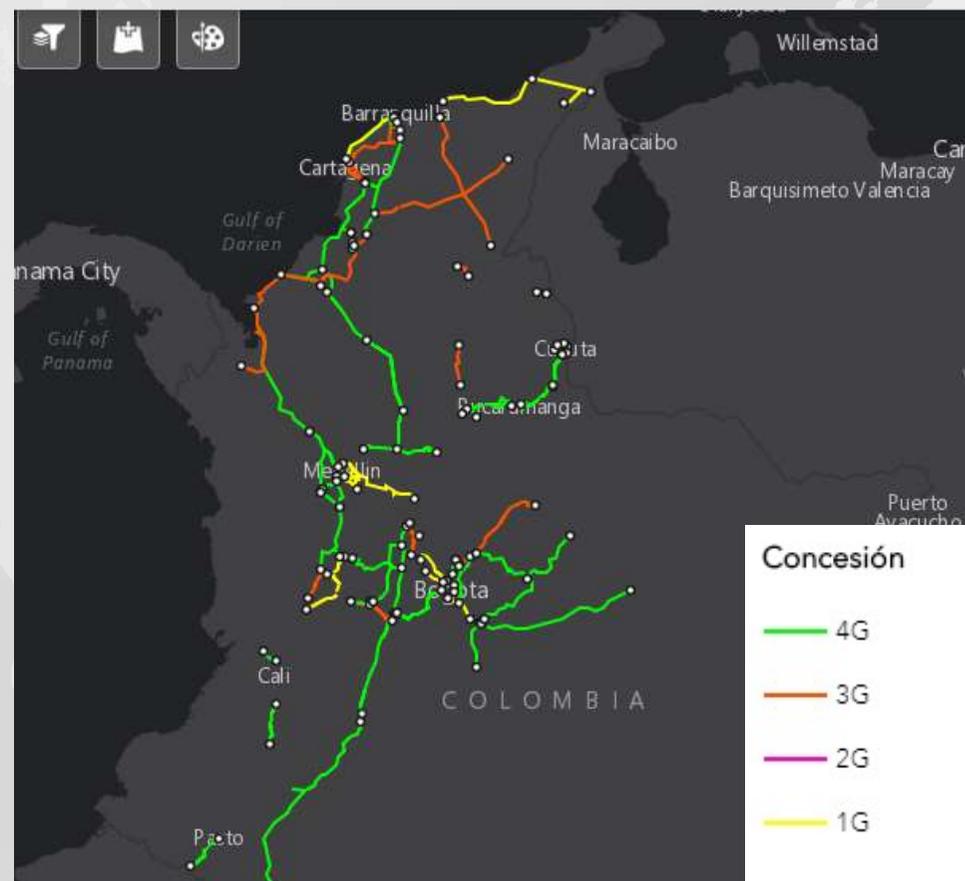
### Масштаб проекта 4G:

Строительство и восстановление более 7 000 км дорог, включая:

- Двойные шоссе (более 1 370 км)
- 1 300 виадуков (146 км)
- 141 тоннель (125 км)

Объем работ по проекту разделен на 40 контрактов со сроками исполнения не позднее шести лет с момента заключения.

Общие вложения в рамках ГЧП составят порядка 50 млрд песо (18 000 млн долл. США).



## Сеть концессионных дорог в Колумбии (Проект 4G)

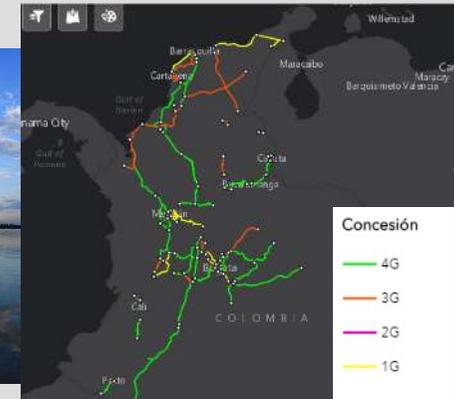
- 30 контрактов переданы подрядчикам
- 15 проектов на стадии финансового закрытия

4G

Autopista al Río Magdalena
Autopista Conexión Pacífico 1
Autopista Conexión Pacífico 2
Autopista Conexión Pacífico 3
Autopistas al Mar 1
Autopistas al Mar 2
Autopistas Conexión Norte
Bucaramanga - Barranca - Yondó
Bucaramanga - Pamplona
Cartagena - Barranquilla - "Circunvalar de Prosperidad"
Honda - Puerto Salgar - Girardot
IP - Cambao - Manizales
IP - Chirajara - Fundadores
IP - Malla vial del Meta
IP - Neiva - Girardot
IP - Accesos Norte a Bogotá

29

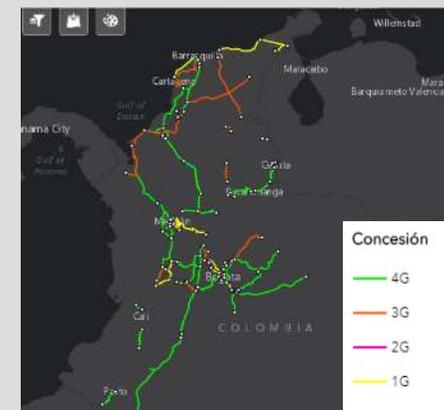
IP - Chirajara - Fundadores
IP - Malla vial del Meta
IP - Neiva - Girardot
IP - Accesos Norte a Bogotá
IP - Ampliación a tercer carril doble calzada Bogotá - Girardot
IP - Antioquia - Bolívar
IP - GICA
IP - Vías del Nus
Mulaló - Loboguerrero
Pamplona - Cúcuta
Perimetral de Oriente de Cundinamarca
Popayán - Santander de Quilichao
Puerta de Hierro - Palmar de Varela y Carreto - Cruz del Viso
Rumichaca - Pasto
Santana - Mocoa - Neiva
Transversal del Sisga
Villavicencio - Yopal



## Некоторые текущие проекты строительства дорог 4го поколения

Дата подписания	Коридор	Маршрут	Протяженность	Двойное шоссе	Мосты	Тоннели	Стоимость контракта, песо (млн долл. США)	Концессионер	Начало	Завершение
22.05.2014	<b>Autopista Conexión Pacífico 2</b>	Bolombolo-La Pintada-Primavera	95 км	44 км			\$1.300.234.031.470 (\$420)	Estructura Plural P.S.F. Concesión la Pintada	2015	2019
<a href="#">03.06.2014</a>	<b>Autopista Conexión Pacífico 1</b>	La Pintada-Ancón Sur-Camilo Ce-Bolombolo.	49 км	46 км	42		\$2.087.106.175.109 (\$673)	Estructura Plural Autopista Conexión Pacífico 1	(?)	(?)
<a href="#">03.06.2014</a>	<b>Corredor Girardot-Puerto Salgar</b>	Girardot-Honda-Puerto Salgar	190 км	5 км	2		\$556.731.228.841 (\$179)	Mario Alberto Huertas Cotes y Constructora Meco S.A. Sucursal Colombia	2014	2018
<a href="#">15.07.2014</a>	<b>Autopista Conexión Pacífico 3</b>	La Pintada, Antioquia - Manizales, Caldas	118 км	(?)	26	6	\$1.869.330.678.417 (\$603)	Mario Alberto Huertas Cotes y Constructora Meco S.A. Sucursal Colombia	2015	2020
<a href="#">02.07.2014</a>	<b>Cartagena-Barranquilla y Circunvalar de la Prosperidad</b>	Cartagena-Barranquilla	146 км	73 км			\$1.709.364.530.216 (\$551)	Mario Alberto Huertas Cotes y Constructora Meco S.A. Sucursal Colombia	2015	2019
<a href="#">23.07.2014</a>	<b>Proyecto Perimetral Oriental de Cundinamarca</b>	Bogotá-Choachí, Los Patios-La Calera, Sesquilé-Guatavita-Guasca-El Salitre	153 км	(?)			\$1.647.776.111.169 (\$531)	Estructura Plural Shikun & Binui - Grodco	2015	2019

## ПМБ в проектах строительства дорог 4го поколения (40%)



**ПМБ и герметики в Колумбии**

Опыт применения в инфраструктурных проектах

# Применение ПМБ

в инфраструктурных проектах Колумбии

## ПМБ и герметики в Колумбии

Опыт применения в инфраструктурных проектах

### ПМБ В КОЛУМБИИ

По данным ряда национальных поставщиков ПМБ и проектных организаций, из всего асфальта на дорогах национального значения на ПМБ приходится около 40%. На дорогах местного значения доля ПМБ составляет всего 5–10%.

Самое широкое применение ПМБ находит именно на строительстве концессионных дорог (**Проекты 4G**) благодаря своим преимуществам: повышенная долговечность и улучшенные эксплуатационные характеристики, водостойкость и увеличенные межремонтные сроки.

ПМБ также применяется в важных аэропортах (г. Медельин и г. Барранкуилья), грузовых терминалах (г. Буэнавентура и г. Кали), на автодороге «Marginal de la Selva» в департаменте Касанаре и т.д.

Общенациональный расход ПМБ варьируется в зависимости от проектов и в среднем составляет 6 500 т асфальта в месяц.

### ТРАДИЦИОННЫЙ БИТУМ В КОЛУМБИИ

Традиционный битум используется на городских улицах и дорогах местного значения, и занимает около 90% всего асфальта на таких проектах, согласно оценкам подрядчиков и муниципальных властей г. Медельин.



ПМБ в системе автомагистралей «Атлантическое кольцо»



Городские улицы – традиционный битум и ПМБ

## В некоторых городах ПМБ применяется и на дорогах местного значения (5–10%)



Центр г. Медельин  
Смесь ЩМА



## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОРОЖНОГО (ТРАДИЦИОННОГО) БИТУМА

Колумбийский стандарт INVIAS 2013

Таблица 410 - 1. Технические условия на асфальтобетон

ХАРАКТЕРИСТИКА	СТАНДАРТ	УРОВЕНЬ ПЕНЕТРАЦИИ					
		40-50		60-70		80-100	
		МИН	МАКС	МИН	МАКС	МИН	МАКС
<b>Исходный асфальт</b>							
Пенетрация (25° С, 100 г, 5 с), 0.1 мм	E-706	40	50	60	70	80	100
Температура размягчения, °С	E-712	52	58	48	54	45	52
Индекс пенетрации	E-724	-1.2	+0.6	-1.2	+0.6	-1.2	+0.6
Абсолютная вязкость (60° С), P	E-716 или E-717	200 0	-	150 0	-	100 0	-
Дуктильность (25° С, 5 см/мин), см	E-702	80	-	100	-	100	-
Растворимость в ТХЭ, %	E-713	99	-	99	-	99	-
Содержание воды, %	E-704	-	0.2	-	0.2	-	0.2
Температура вспышки и воспламенения по Кливленду, °С	E-709	240	-	230	-	230	-
Содержание парафинов, %	E-718	-	3	-	3	-	3
<b>Асфальт состаренный методом RTFO стандарт INV E -720</b>							
Потеря массы после нагрева, %	E-720		0.8	-	0.8	-	1.0
Пенетрация состаренного, % от пенетрации исходного	E-706	55	-	50	-	46	-
Увеличение температуры плавления, °С	E-712	-	8	-	9	-	9
Индекс старения: отношение вязкости (60° С) остаточного асфальта и исходного асфальта	E-716 о E-717	-	4	-	4	-	4

Проектная документация устанавливает требования для классификации PG асфальта. Если такие требования не были установлены, то принимается следующая классификация по минимальным значениям:

PG 64-22 для асфальтов 40-50 и 60-70, и PG 58-22 для 80-100; то есть, максимальная температура по PG должна быть не ниже 64° С для асфальтов 40-50 и 60-70 (58° С для асфальта 80-100), а минимальная должна быть ниже -22° С для всех асфальтов.

## ПРИМЕНЯЕМЫЕ В КОЛУМБИИ ВИДЫ ПМБ

Колумбийский стандарт INVIAS 2013

Типы асфальтов, используемых в крупнозернистых, среднезернистых, мелкозернистых и песчаных смесях

**Тип I** → В строительстве и обслуживании дорог. Обычно в смесях дренажного назначения

**Тип IIa** → В промежуточных и верхних слоях для участков с верхним температурным значением 15 ° C и интенсивностью движения NT3, в соответствии со ст.450 INVIAS.

**Тип IIb** → В промежуточных и верхних слоях для участков с интенсивностью движения NT3, в соответствии со ст.450 INVIAS.

**Тип III** → В промежуточных и верхних слоях для высоконагруженных участков с интенсивностью движения NT3, в соответствии со ст.450 INVIAS.

**Тип IV** → В устойчивых к трещинообразованию песчаных смесях слоях и ударопоглощающих мембранах (SAM), в соответствии со ст.450 INVIAS.

**Тип V** → В смесях с высоким модулем (> 10 000МПа при 20 ° C) ввиду высокой вязкости и устойчивости к пластическим деформациям. Может использоваться в промежуточных и верхних слоях (на отдельных проектах) на участках с высокими требованиями к качеству покрытия и интенсивностью движения NT3, в соответствии со ст.450 INVIAS.

## СПЕЦИФИКАЦИИ НА ПМБ

Стандарт INVIAS 2013

ПМБ имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с другими модифицированными асфальтами, такие как лучшее упругое восстановление и поведение под нагрузкой, что обеспечивает больший срок службы. Именно поэтому ПМБ особенно широко применяют в строительстве дорог 4го поколения.

Таблица 414 - 1. Технические условия на полимерно-модифицированный битум

ХАРАКТЕРИСТИКА	Стандарт INV	ТИП I	ТИП IIa	ТИП IIb	ТИП III	ТИП IV	ТИП V
<b>Исходный битум</b>							
Пенетрация (25° С, 100 г, 5 с), 0,1 мм	E-706	55 - 70	40 - 70	55 - 70	55 - 70	80 - 130	15 - 40
Температура размягчения, °С, мин	E-712	58	58	58	65	60	65
Дуктильность (5° С, 5см/мин), см, мин	E-702		15	15	15	30	-
Упругое восстановление при 25° С, %, мин	E-727	15	40	40	70	70	15
Стабильность при хранении (прим. 1) - Разница в температуре плавления, ° С, макс	E-726 γ /E-712	5	5	5	5	5	5
Содержание воды, %, макс	E-704	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Температура вспышки и воспламенения по Кливленду, ° С, мин	E-709	230	230	230	230	230	230
<b>Битум состаренный методом RTFO (INV E-720)</b>							
Потеря массы, %, макс	E-720	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8
Пенетрация состаренного, % от пенетрации исходного, мин	E-706	65	50	65	65	60	70
Увеличение температуры плавления, ° С, макс	E-712	10	10	10	10	10	10
Дуктильность (5° С, 5см/мин), см, мин	E-702	-	8	8	8	15	-

Примечание 1: Не применимо, если в транспортировке и хранении применяются системы гомогенизации, одобренные контролирующим органом./

## СПЕЦИФИКАЦИИ НА АСФАЛТ С РЕЗИНОВОЙ КРОШКОЙ

Стандарт INVIAS 2013

Колумбия недавно (5-10 лет назад) стала применять прорезиненный асфальт на ряде городских и региональных дорог, прежде всего ввиду его экологических преимуществ.

Пока результаты применения очень хорошие, хотя и нужно подождать какое-то время, чтобы полноценно оценить его эксплуатационные качества, прежде всего прочность и долговечность.

Таблица 413 - 3. Технические условия на асфальтобетон, модифицированный резиновой крошкой

ХАРАКТЕРИСТИКИ	МЕТОД ИСПЫТАНИЙ	ТИП ПРОРЕЗИНЕННОГО АСФАЛЬТА					
		ТИП I		ТИП II		ТИП III	
		Мин	Макс	Мин	Макс	Мин	Макс
Структурная вязкость при 175°C (Па.с)	Метод ASTM D-2196, модифицированный согласно ASTM D-6114	5	5.0	1.5	5.0	1.5	5.0
Пенетрация при 25 °C, 100г, 5с (1/10мм)	INV E-706	25	75	25	75	50	100
Пенетрация при 4 °C, 200г, 60с (1/10мм)	INV E-706	10	-	15	-	25	-
Температура размягчения (°C)	INV E-712	57	-	54	-	52	-
Ударная вязкость при 25 °C (%)	ASTM D-5329	25	-	20	-	10	-
Температура вспышки и воспламенения по Кливленду (°C)	INV E-709	230	-	230	-	230	-
Метод старения в тонких пленках	INV E-720						
Пенетрация состаренного, % от пенетрации исходного, мин	INV E-706	75	-	75	-	75	-

## МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОРЯЧИХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

В Колумбии широко применяется **метод Маршалла**

Этапы проектирования горячих смесей

### 450.4.2.1 Проектирование смесей

Проектирование горячих смесей осуществляется по методу Маршалла, в соответствии с этапами, указанными в Таблице 450 - 9.

Таблица 450 - 9. Этапы проектирования горячих асфальтовых смесей

ЭТАП	ОПИСАНИЕ	ЗНАЧЕНИЕ
Предварительный проект	- Стабильность и текучесть по Маршаллу - Объёмные характеристики	450.4.2.2.1
Проверка проекта на соответствие требованиям	- Адгезионные качества - Устойчивость к колееобразованию - Модуль упругости - Усталостная прочность	450.4.2.2.2

Другие методы, например **Суперпейв**, пока не применяются, так как в стране нет ни соответствующих национальных стандартов, ни регламентов испытаний, ни необходимого для испытаний оборудования.

Стандарт INVIAS 2013

# МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОРЯЧИХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

## Метод Маршалла

### Критерии проектирования

Таблица 450 - 10. Критерии предварительного проектирования горячих асфальтовых смесей методом Маршалла

ХАРАКТЕРИСТИКА	МЕТОД ИСПЫТАНИЯ INV	Крупно-, средне- и мелкозернистые смеси			СМЕСЬ С ВЫСОКИМ МОДУЛЕМ	
		NT1	NT2	NT3		
Уплотнение (кол-во тактов)	E-748 (E-800) (Прим. 1)	50	75(112)	75(112)	75	
Estabilidad mínima (H)		5,000	7,500 (16,875)	9,000 (33,750)	15,000	
Текучесть (мм) (Прим 2)		2.0 - 4.0	2.0 - 4.0 (3.0 - 6.0)	2.0 - 3.5 (3.0 - 5.3)	2.0 а 3.0	
Отношение стабильности к текучести (H/(мм))		2.0 - 4.0	3.0 - 5.0 (4.5 - 7.5)	3.0 - 6.0 (4.5 - 9.0)	-	
Сод-е воздушных пустот (V <sub>в</sub> ) (Прим 3)	Верхний	E-736	3.0 - 5.0	3.0 - 5.0	4.0 - 6.0	NA
	Промежуточный	а	4.0 - 8.0	4.0 - 7.0	4.0 - 7.0	4.0 - 6.0
	Базовый	E-799	NA	5.0 - 8.0	5.0 - 8.0	4.0 - 6.0
Пустот в минеральном заполнителе (VAM), % мин	T. макс. 38 мм	E-799	13.0		-	
	T. макс. 25 мм		14.0		14.0	
	T. макс. 19 мм		15.0		-	
	T. макс. 10 мм		16.0		-	
Пустот в асфальте (VFA), %	E-799	65 - 80	65 - 78	65 - 75	63 - 75	
Эффективное отношение заполнителя к вяжущему, по весу	E-799	0.8 - 1.2			1.2 - 1.4	
Концентрация заполнителя, макс. значение	E-745	Критическое значение				
Оценка гранулометрического состава по методу Бейли	-	Сообщить				
Средняя толщина асфальтовой пленки, мин ртг	E-741	7.5				

Примечание 1: Если размер зерна заполнителя превышает 25 мм (1"), то вместо метода INV E-748 следует использовать метод INV E-800. Значения в скобках приведены для испытаний по стандарту INV E-800.

### Проверка соответствия требованиям

Таблица 450 - 11. Проверка соответствия требованиям

ХАРАКТЕРИСТИКА	МЕТОД ИСПЫТАНИЙ INV	ЗНАЧЕНИЕ	ПРИМЕНИМОСТЬ
Адгезия: остаточная прочность, % мин	E-725	80	Все смеси
Устойчивость к пластическим деформациям: максимальная скорость деформации в интервале от 105 до 120 минут, м/мин.  - Среднегодовая температура воздуха > 24°C	E-756	15	- Смеси tránsito NT3: для верхнего и промежуточного слоев
		20 20	- Смеси с высоким модулем
Модуль упругости, Мпа - Смеси с высоким модулем уплотняемые на 75 тактов 75, мин значение при 20°С	E-749	10,000	- Смеси с высоким модулем
		(Прим 1)	- Опционально для прочих смесей, в соответствии с проектной документацией
Усталостное напряжение - Смеси с высоким модулем: испытания при 20°С и 30 Гц, e, зав (м/мин)  - Прочие смеси	E-808  E-784 E-808	100	- Обязательно для смесей с высоким модулем
		(Прим 1)	- Опционально для прочих смесей, в соответствии с проектной документацией

Примечание 1: целевые значения для испытаний должны быть указаны в проектной документации

## Стандарт INVIAS 2013

## СБС ПМБ ИЛИ ПМБ С РЕЗИНОВОЙ КРОШКОЙ?

### Критерии выбора модифицированного асфальта в Колумбии

Выбор конкретного ПМБ зависит от решения проектной организации.

Иногда принимается решение в пользу предпочтительного типа асфальта, или приоритетных реологических свойств. Например, СБС ПМБ является предпочтительным для смесей с высоким модулем или для смесей ЩМА.

Помимо этого, в крупных городах местные власти или подрядные организации в недавнее время стали требовать применение прорезиненного асфальта из экологических соображений, а также на участках с высокой загруженностью.

Также, в некоторых городах были приняты ТУ, устанавливающие минимальное содержание прорезиненного асфальта в дорожном строительстве.



# Подход к организации общественного транспорта в Колумбии

Комплексные системы городского  
общественного транспорта

## Применение асфальта и бетона в системах общественного транспорта

Бетон в Колумбии применяется в очень ограниченном объеме.

### Доля бетона всего лишь:

- 4 – 5% на автомагистралях
- Около 20% на городской уличной сети.

Бетон как правило используется для сетей общественного транспорта с высокой частотой движения.

В Колумбии бетон применяется в системах общественного транспорта семи городов.



Богота



Медельин

## Комплексная система общественного транспорта г. Медельин, Колумбия



Станция скоростного автобуса, встроенная в госпиталь



SITVA  
Sistema Integrado de  
Transporte del Valle de Aburrá



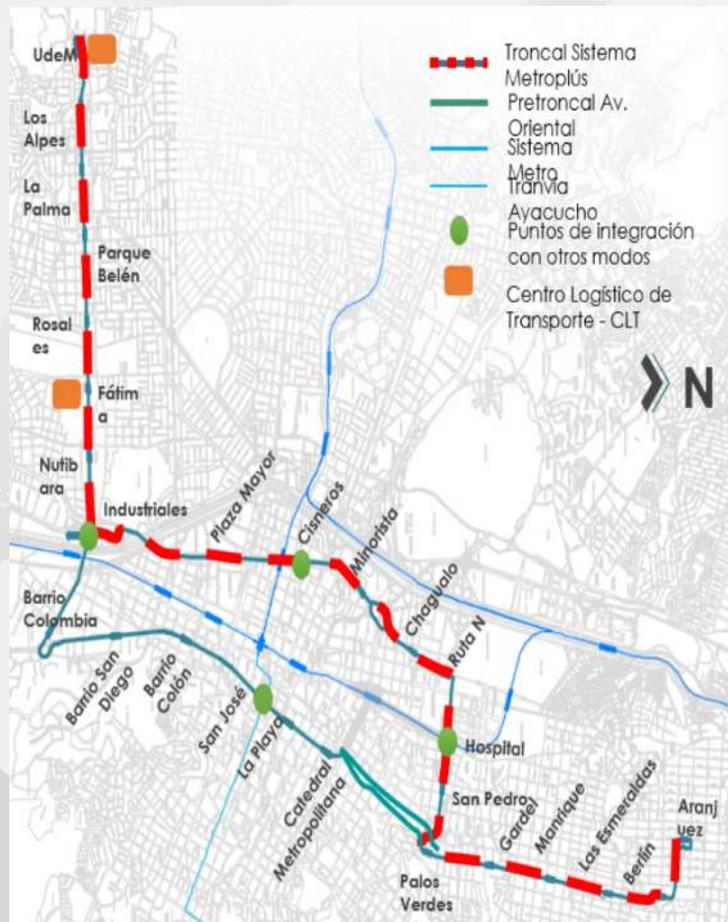
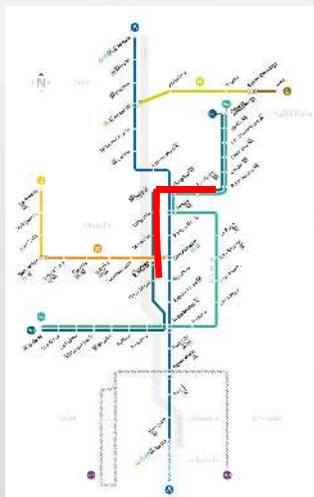
Схема линий метро, трамвая, канатной дороги и скоростного автобуса



Вид ав. Феррокаррил

- 1,3 млн. пассажиров ежедневно
- (50-60% всей потребности в общественном транспорте)

## Линия скоростного автобуса №1. Бетонное покрытие с герметиком



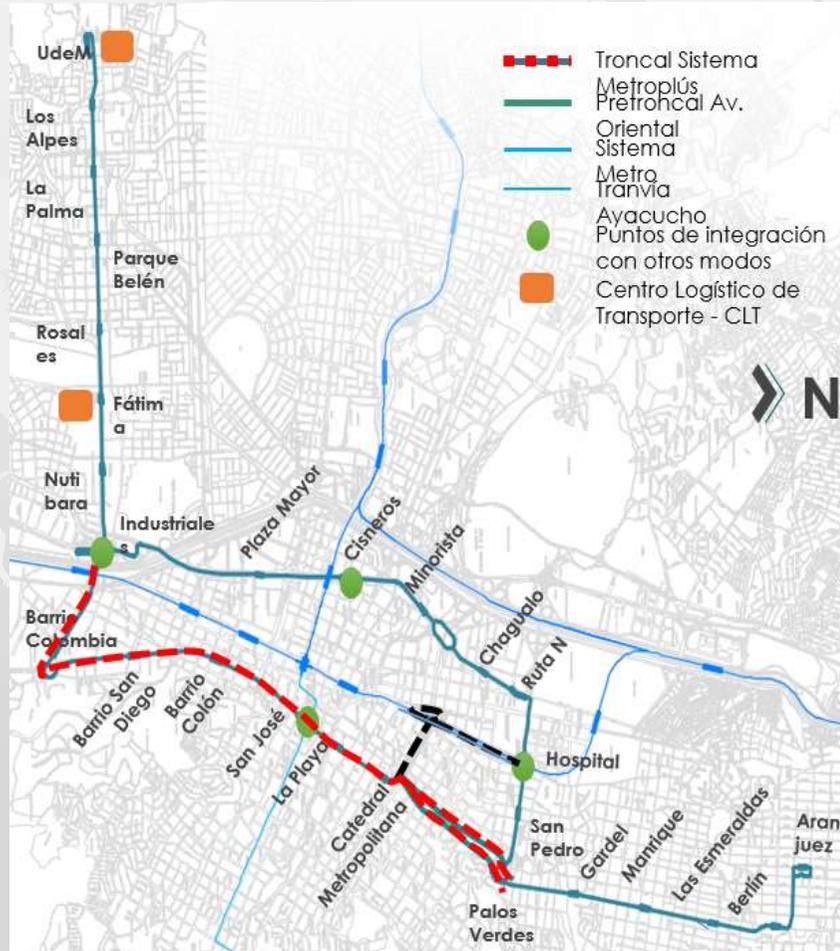
Ул. Барранкилла



Ав. Феррокаррилл

- 13,6 км выделенных дорог для автобусов
- 21 станция через каждые 500м

## Линия скоростного автобуса №2. Бетонное покрытие с герметиком



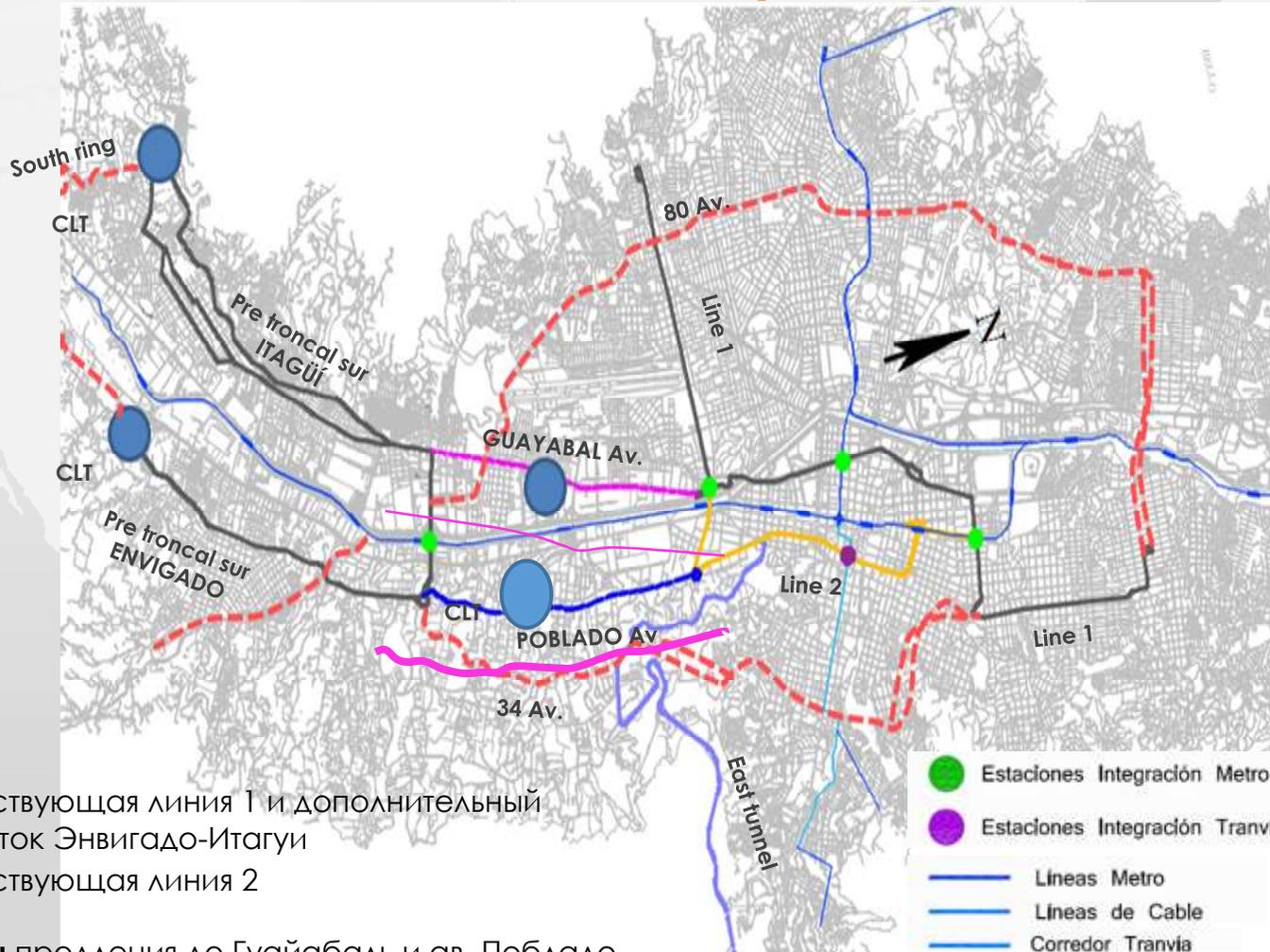
Ав. Побладо



Ав. Ориенталь

- 5,5 км дорог смешанного использования
- 6 станций в каждом направлении

# Средне-долгосрочный план развития сети скоростного автобуса



— Действующая линия 1 и дополнительный участок Энвигадо-Итагуи

— Действующая линия 2

— План продления до Гуайабаль и ав. Побладо

— План ав. 34.

— План дополнительного участка Восточного тоннеля

- Estaciones Integración Metro - Metroplus
- Estaciones Integración Tranvia - Metroplus
- Líneas Metro
- Líneas de Cable
- Corredor Tranvia

# Применение дорожных герметиков

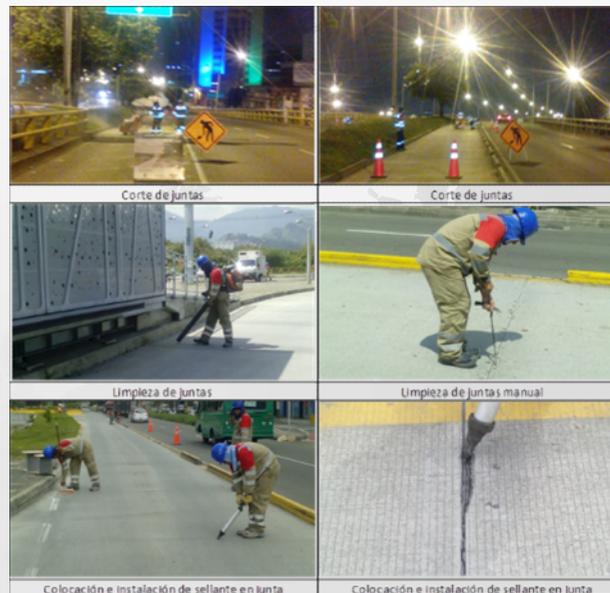
В эксплуатации дорожной сети скоростного автобуса в г. Медельин, Колумбия

## ДОРОЖНЫЕ ГЕРМЕТИКИ В КОЛУМБИИ

На национальном уровне используются широко известные и коммерческие дорожные герметики для обслуживания бетонного покрытия в аэропортах и на автомобильных дорогах общего пользования.

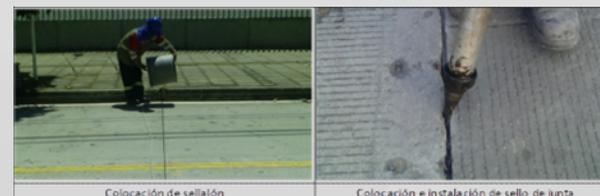
Дорожные герметики применяются на городских дорогах, уличной сети, парковках и в основных аэропортах страны для предотвращения разрушения и износа покрытия, а также для ремонта дефектов покрытия.

В г. Медельин **дороги для движения скоростного автобуса выполнены в основном из бетона** и требуют применения герметиков для проведения планового ремонта. Идеальным решением стал бы материал с гарантированно длительным сроком эксплуатации стыков (20-25 лет), так как обычно используемые герметики подлежат замене каждые 3-5 лет, в зависимости от степени разрушения.



Colocación e instalación de sellante en junta

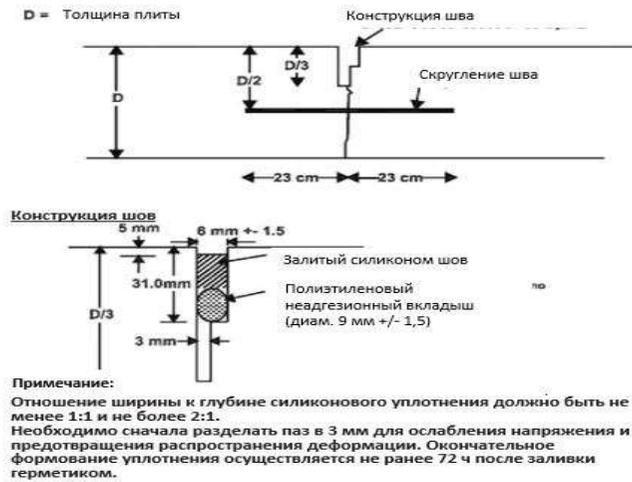
Colocación e instalación de sellante en junta



Ремонт покрытия на сети скоростного автобуса в г. Медельин, Колумбия

PRO Битум и ПБВ – Санкт-Петербург 4-5 апреля 2019

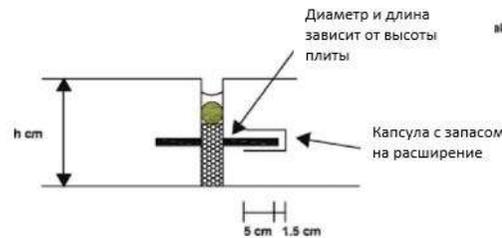
# Применение герметиков для ремонта стыков бетонного дорожного покрытия



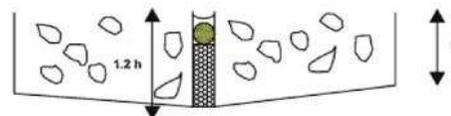
Илл. 50. Поперечная трещина сжатия (из руководства ASOCRETO)



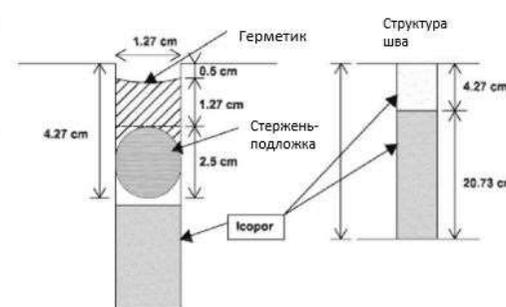
Илл. 71. Строение уплотнения шва



Клинообразный расширяющийся шов



Илл. 57. Строение клинообразного расширяющегося шва



Илл. 58. Строение расширяющегося шва плиты 25 см (из руководства ASOCRETO).

Расширяющийся шов создается с применением двух листов пенополистирола высотой 4,27см и 20,73см; после формирования плиты верхний лист полистирола удаляется, устанавливается стержень-подложка и завершается установка герметика.  
При ремонте гидротехнических сооружений, например смотровых колодцев, плиты выставляются так, как необходимо для обеспечения нужного соотношения глубины и площади поперечного сечения.

# Технические характеристики. Герметик Polybit



ОТЧЕТ ПО КАЧЕСТВУ POLYBIT TIPO II-R И TIPO III-R

ХАРАКТЕРИСТИКА	МЕТОД ИСПЫТАНИЙ	POLYBIT TIPO II-R		EPOLYBIT TIPO III-R		РЕГУЛЯРНОСТЬ
		MIN	MAX	MIN	MAX	
Вязкость по Брукфильду, 204°C (400°F), Крут. момент >90, вода 27, P	ASTM D 2669	—	100	—	100	По необх-сти
T вспышки, (°C)	ASTM D 92	232	...	232	—	По необх-сти
T размягчения, (°C)	ASTM D 36	93	—	99	...	По необх-сти
Дуктильность при 25°C, 5см/мин, (см)	ASTM D 113	30	—	30		По необх-сти
Упругость (%)	ASTM D 5329	40	...	30	...	По необх-сти
Упругое восстановление (%)	ASTM D 5329	50	--	40	...	По необх-сти
Определение консистенции при 25°C, 150, 5с(мм/10)	ASTM D 5329	35	55	<b>20</b>	<b>40</b>	По необх-сти
Содержание битума	ASTM D 4	60	—	60	—	По необх-сти



Polybit



# Технические характеристики. Герметик Polyflex

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ** PolyFlex 601 подходит для заливки и закрытия трещин в теплом и жарком климате с низкой и высокой температурой покрытия, по таблице. Температура покрытия определяется с точностью 98% по FHWA LTPPBind V 3.1, а тип применения определяется по Правилам выбора герметика Crafcro

■ Допустимая температура покрытия

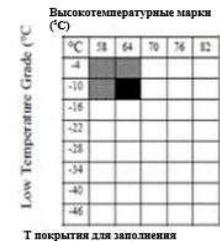
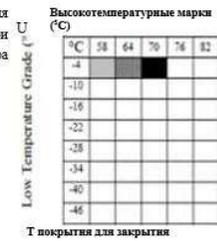


**СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ** The Crafcro рекомендует следовать таблице при выборе температуры безопасного нагрева PolyFlex 601 по ASTM D5167.

Характеристика	Рекомендуемое значение
Испытание конусом (ASTM D5329)	50 макс
Упругость (ASTM D5329)	30-70%
T размягчения (ASTM D36)	мин 194°F (90°C)
Гибкость (модиф. ASTM D3111)	Да при 20°F (-7°C)
Текучесть, 140°F(60°C) (ASTM D5329)	макс 3 мм
Вязкость по Брукфильду, 400°F(204°C) (ASTM D2669)	макс 100 Пуаз
Совместимость асфальта (ASTM D5329)	Да
Максимальная T нагрева	400°F (204°C)
Минимальная T применения	380°F (193°C)

Polyflex 601

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ** Температурные диапазоны PolyFlex Type 2: 70-4 для закрытия трещин и 64-10 для заполнения. См. температурные схемы Crafcro справа. При необходимости следует свериться с Правилами выбора герметика Crafcro для выбора конкретного применения.



**СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ** The Crafcro рекомендует следовать таблице при выборе температуры безопасного нагрева по ASTM D5078

Характеристика	Предел значения
Испытание конусом, 77°F(25°C)ASTM D5329)	35-55
Упругость (ASTM D5329)	40% мин
T размягчения (ASTM D36)	200°F (93°C) мин
Дуктильность 77°F(25°C)ASTM DI 13)	30 см мин
Гибкость (модиф. ASTM D3111)	Да при 20°F (-7°C)
Текучесть, 140°F(60°C) (ASTM D5329)	3 мм макс
Вязкость по Брукфильду, 400°F(204°C) (ASTM D2669)	Макс. 100 Пуаз
Совместимость асфальта (ASTM D5329)	Да
Содержание битума (ASTM D4)	60% мин
Адгезия при растяжении (ASTM D5329)	500% мин
Безопасная T нагрева	400°F (204°C)
Рекомендуемая T текучести	380°F (193°C)

Polyflex тип 2

## Технические характеристики. Герметик Sika Sellavial

Технические данные	
Химический состав	Асфальтовая смесь с СБС (стирол-бутадиен-стирол)
Плотность	~ 1.15 кг/л
Т размягчения (по кольцу и шару)	мин ~105°C (IRAM 6841)
Т воспламенения (по Кливленду, в открытой чаше)	~230°C (IRAM 6555)
Пенетрация (100г, 5 с. 1/10 мм)	35-50 (при 25°C) (IRAM 6848)
Адгезия	Соответствует (при -7°C без праймера) (IRAM 6847)
Упругое восстановление (всего)	мин ~90% (при 25°C) (IRAM 6830)
Упругость	мин ~40% (при 25°C) (IRAM 6843)
Динамическая вязкость	12-16 (при 170°C Пуаз)
Информация из системы	
Особенности применения	
Расход	230 на погонный метр шва -> 2 см x 1 см 170 г на погонный метр шва -> для заплат 5 см x 3 мм
Качество субстрата	Состав наносится на твердую поверхность, очищенную от любых загрязнений, которые могут помешать качественной адгезии Sika Sellavial

Sika Sellavial

## Альтернативные материалы: профилированные накладки



Альтернативный метод обслуживания дорожного покрытия: использование профилированных накладок из неопрена или полихлоропрена, устанавливаемых компрессионным методом.

### Недостатки профилированных накладок:

Такие стыки могут «играть», то есть сходиться или расходиться (профилированные накладки не подходят, если стык расходится).

Плохая адгезия и старение материала, которые ухудшаются в жарком климате, из-за чего накладка может выпасть из стыка.

Профилированные накладки имеют худшие водоизолирующие свойства по сравнению с мастиками и герметиками



Дорога для скоростного автобуса – Букараманга, Колумбия



## ПМБ и герметики в Колумбии

Опыт применения в инфраструктурных проектах



# Thank you!



# Спасибо!



Eng. Jaime Zapata Duque – Municipality of Medellin, Colombia  
M: + 57 3003139766  
E-mail: jazduque@hotmail.com