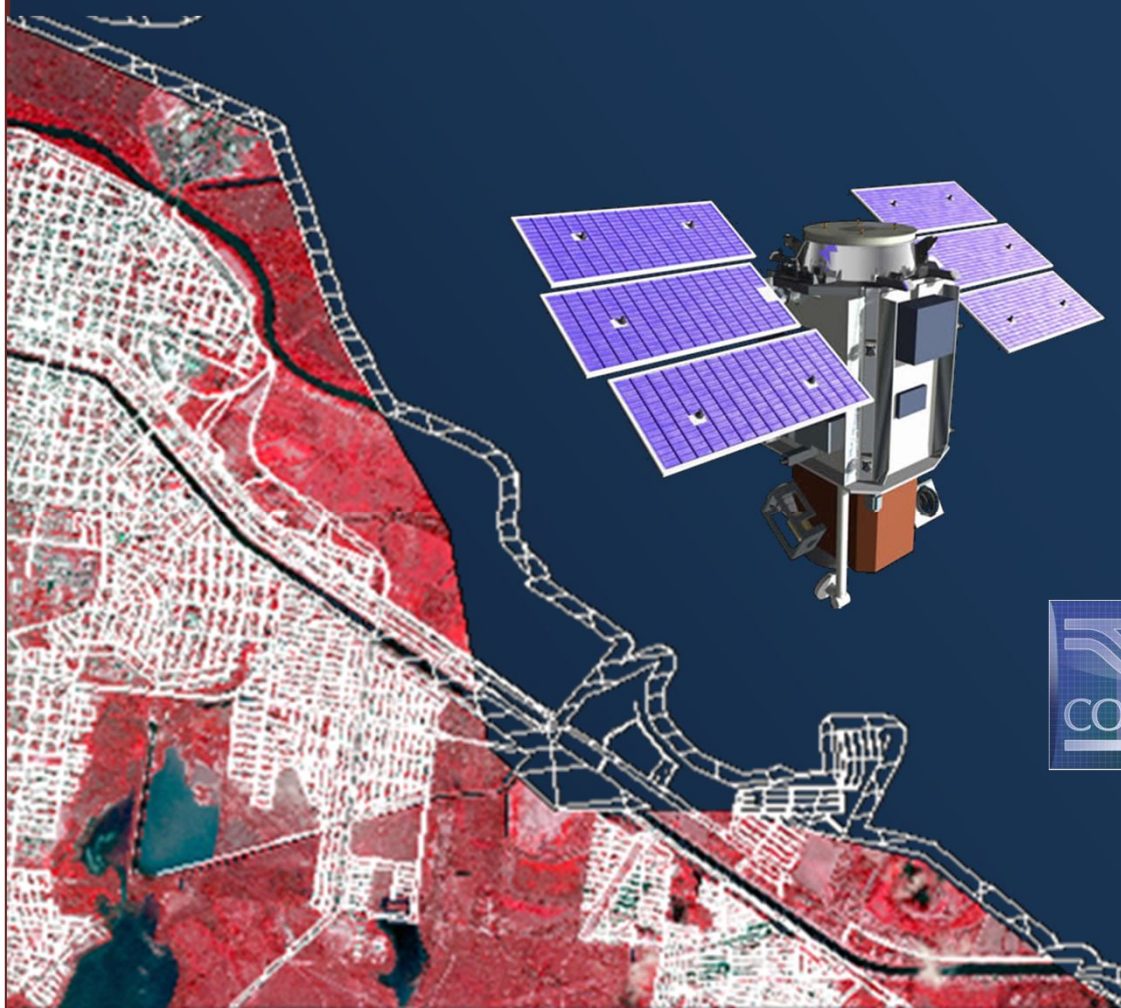


Diagnósticos de Necesidades de Pavimentación por Imágenes Satelitales para Nuevo Laredo, Tamaulipas.

Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF)
Agencia Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Tamaulipas



Diagnósticos de Necesidades de Pavimentación por Imágenes Satelitales para Nuevo Laredo, Tamaulipas.

Autores: María Elena Giner
José Mario Sánchez Soledad
Luis Ernesto Cervera Gómez
Mario Vázquez Valles
Tomás Balarezo Vásquez
Armando Herrerías Velasco
Hugo Luis Rojas Villalobos

ISBN: 978-607-8021-16-1



© BECC-COCEF
1ª. edición, 2011
Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza
Border Environment Cooperation Commission
Blvd. Tomás Fernández núm. 8069
Ciudad Juárez, Chihuahua, 32470
Tel. (52-656) 688-4600
Impreso en México - Printed in Mexico
Impreso en papel reciclado 24 libras

Diagnósticos de necesidades de pavimentación por imágenes satelitales para Nuevo Laredo, Tamaulipas / María Elena Giner, José Mario Sánchez Soledad, Luis Ernesto Cervera Gómez, Mario Vázquez Valles, Tomás Balarezo Vásquez, Armando Herrerías Velasco, Hugo Luis Rojas Villalobos.- 1ª. ed. Ciudad Juárez, Chih.: Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza, 2011.
53 p.; 27 cm.

Incluye bibliografía

ISBN: 978-607-8021-16-1



En este proyecto y con el uso de tecnología satelital y la incorporación de Sistemas de Información Geográfica se propone realizar un inventario del estado actual de pavimentación en las calles de la ciudad de Nuevo Laredo. Dicho inventario de calles con su estatus de pavimentación contará con sub-unidades espaciales conocidas como Áreas Geo estadísticas Básicas así como por Colonias.

1. Pavimentación – Nuevo Laredo, Tamaulipas - Diagnósticos
2. Pavimentación – Nuevo Laredo, Tamaulipas - Inversiones
3. Pavimentación – Nuevo Laredo, Tamaulipas – Planificación

HT169.N84 T3527 2011



Contenido

	<i>Pág.</i>
Introducción	3
Objetivos	5
Nuevo Laredo	6
Antecedentes sobre pavimentación	8
Impactos	11
Metodología	12
Resumen de Resultados	18
Resultados: Estadísticas y Costos	20
Tablas de resultados por Colonia	22
Estadísticas por AGEB	26
Costos de pavimentación por Colonia	33
Tablas generadoras de costos de pavimentación	39
Conclusiones y consideraciones finales	41
Referencias Bibliográficas	44
Anexo Mapas Pavimentación	45



INTRODUCCION

Los países de México y los Estados Unidos de Norte América comparten una frontera común que se extiende por 3,100 kilómetros. A lo largo de ésta se asientan un número importante de ciudades que tienen una contraparte urbana o rural; quedando estas mismas separadas políticamente por la línea divisoria.

Ambos países históricamente mantienen relaciones comerciales, ambientales, acuerdos internacionales (v.gr. tratados de límites y aguas, etc.), manifestándose en la mayoría de los casos una interdependencia económica. Coexisten, Así tenemos el caso de la ciudad de Tijuana/San Diego en la parte oeste de la frontera hasta el caso, o de las ciudades de Matamoros/Brownsville al este (ver Figura 1).

Destacan por su tamaño poblacional y su condición de ciudades geográficamente ligadas a ciudades estadounidenses en la frontera de Tamaulipas con los Estados Unidos, las ciudades de Nuevo Laredo, Reynosa y Matamoros.

Uno de los problemas ambientales más fuertes y sobre todo de las ciudades mexicanas tiene que ver con un rezago en calles pavimentadas, teniendo un impacto en la salud y en el ambiente en un contexto binacional. Por el lado americano existen problemas de pavimentación, pero no tanto de cobertura, sino de mantenimiento, edad del mismo, calidad, etc.

En este proyecto y con el uso de tecnología satelital y la incorporación de Sistemas de Información Geográfica se realizó un inventario del estado actual de pavimentación en las calles de la Ciudad de Nuevo Laredo. Dicho inventario de calles con su estatus de pavimentación cuenta con sub-unidades espaciales conocidas como Área Geo-estadísticas Básicas así como por Colonias. Para lograrlo, se utilizó una imagen satelital del sensor de alta resolución espacial (60 cm./pixel) conocido como Quick Bird en combinación de un algoritmo de Sistemas de Información Geográfica, mismo que fue desarrollado originalmente para la ciudad de Reynosa, Tamaulipas, también aplicado en Matamoros y que ha sido mejorado para el caso de Nuevo Laredo.

Los resultados principales indican que la ciudad de Nuevo Laredo cuenta con una superficie total de calles estimada en 17,193,267 m². De este total, se encontró que un 69.9 por ciento se encuentra pavimentado y por ende un 30.1 por ciento sin cubierta de pavimentación, esto es un total de 5,171,391 m².

Los resultados de superficies de calles se presentan distribuidos espacialmente en un total de 155 polígonos de Colonias y en 199 Áreas Geo-estadísticas Básicas y conformada por un total de 6,305 manzanas.

En función de la superficies de calles no pavimentadas y considerando dos opciones de pavimento (asfalto y concreto hidráulico) se estimaron los costos de pavimentación para la ciudad. Se trató de apegar al máximo a los costos reales y actuales de pavimentación para ésta ciudad.

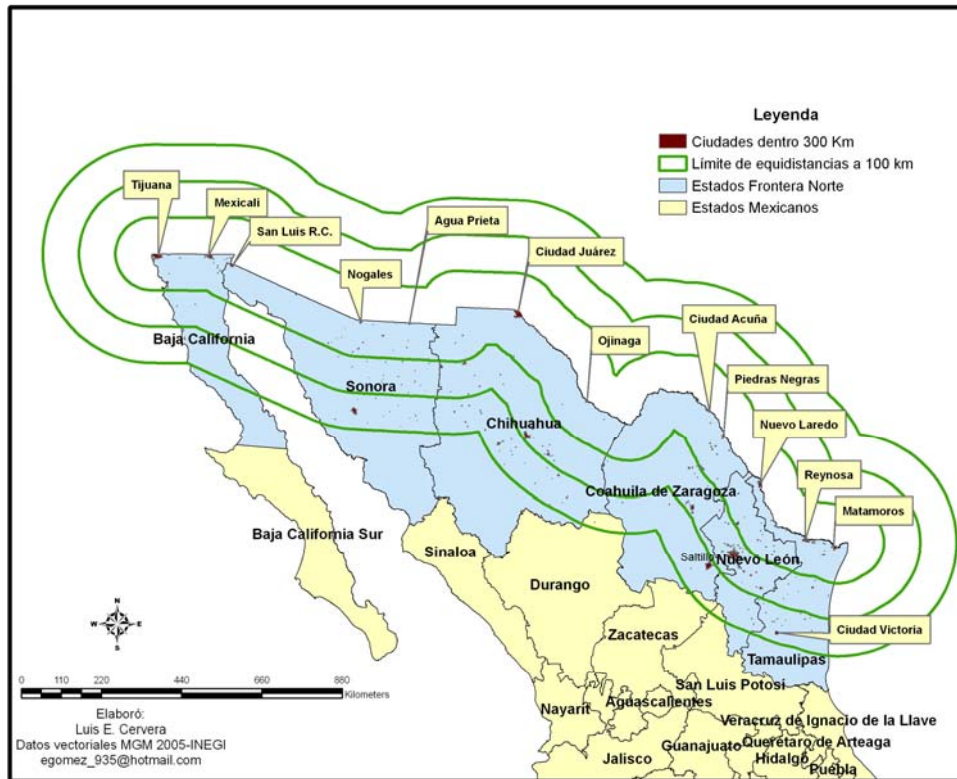


Figura 1. Frontera México-Estados Unidos, Ciudades Fronterizas



OBJETIVOS

Objetivo principal:

Estimar las superficies total de calles sin pavimentar y pavimentadas en Nuevo Laredo, Tamaulipas; con los resultados identificar las necesidades de pavimentación en metros cuadrados y que monto de inversión en pesos representa su costo. Para lograr el objetivo se utilizan imágenes satelitales de alta resolución, relacionando los resultados tanto, con la población beneficiada como a con los costos asociados de pavimentación con asfalto ó concreto hidráulico.

Los objetivos específicos son:

- Aplicar un algoritmo que estime indicador urbano de superficies pavimentadas y sin pavimentar en un período corto de tiempo y sin supervisión de campo. Esto último se suple con una precisa supervisión sobre la imagen satelital.
- Los polígonos base para extraer superficies, resultados y estadísticas de la clasificación son: el “Área Geo-estadística Básica...AGEB” y la Colonias. El primero para establecer relaciones con variables censales y el segundo para el manejo de estadísticas de superficies y costos.
- Relacionar resultados finales de superficies sin pavimentar con costos de pavimentación de: Asfalto y Concreto Hidráulico.
- Generar cartografía digital en ambiente de Sistemas de Información Geográfica que se convierta en una herramienta de ayuda tanto para la actualización de los inventarios de calles como para los programas de pavimentación.
- Proveer una metodología replicable que permita estimaciones de superficies no pavimentadas en otras ciudades.



NUEVO LAREDO

Ciudad principal del Municipio de Nuevo Laredo, Tamaulipas y por ende cabecera del mismo. Es una ciudad Fronteriza localizada al margen sur del Río Bravo, mismo que funge como límite natural ente México y los Estados Unidos de América. Limita al oeste con el estado de Nuevo León, al norte con Texas, al este con el Golfo de México y al Sur con los estados de San Luis y Veracruz (ver Figura 2).



Figura 2. Localización de Nuevo Laredo Tamaulipas, México

Demografía

Según el II Censo de Población del 2005 efectuado por el INEGI, la población total del municipio es de 355,827 habitantes, de los cuales 155,066 son hombres y 155,849 son mujeres. Siendo evidentemente un municipio urbano, se tiene que la localidad de Nuevo Laredo cuenta con un total de 348,387 habitantes, representando esta cifra el 97.9 % de la población municipal. Para el año 2005 se tiene un total de 86,848 viviendas habitadas con un promedio de 3.99 habitantes por vivienda (IRIS-SCINCE-INEGI, 2005).



De acuerdo a proyecciones realizadas por la CONAPO, se puede destacar que la ciudad de Nuevo Laredo al año 2010 contaría con una población total cercana a los 386, 896 habitantes y aumentando a un total de 522,352 habitantes en el año 2030 de mantenerse las tasa de crecimiento actual.

Servicios básicos

De acuerdo a datos del INEGI (2005), la ciudad de Nuevo Laredo cuenta con un total de viviendas habitadas estimadas en 86,848, de estas se tiene que un total de 81,358 viviendas disponen de agua entubada de la red pública. La cifra anterior representa un 93.7 por ciento de cobertura de agua potable relacionada a la red pública. Un total de 80,454 viviendas disponen de drenaje y 82,007 disponen de energía eléctrica. Respectivamente en estos servicios se tiene una cobertura del 92.63 y 94.42 %. En general, la ciudad de Nuevo Laredo cuenta con un 90.8 % de cobertura con los tres servicios: agua entubada a la red pública, drenaje y energía eléctrica.

Conformación Urbana (colonias, AGEB, Manzanas)

Para efectos censales la ciudad de Nuevo Laredo está conformada por un total de 199 Áreas Geoestadísticas Básicas¹ (AGEB's) y 6,305 manzanas y 3,490 calles identificadas al 2005.

La imagen del sensor Quick Bird cubre una superficie de 168 km², garantizando que se cubra aproximadamente la totalidad de la mancha urbana actual (Ver Figura 2). Se contó con una fecha de escena de imagen satelital relativamente reciente y que corresponde al mes de agosto del 2008. La condición de la fecha es dictada por la disponibilidad de imágenes de archivo de la empresa proveedora. Por lo anterior, se considera que los cambios experimentados de pavimentación por la ciudad en los meses de septiembre a diciembre del 2008 y los meses transcurridos en el 2009 pudieran no contener algunos de los procesos de pavimentación experimentados en

¹ Los AGEB's corresponden al Marco Geoestadístico Nacional 2005. Los AGEB's son subdivisiones de una localidad urbana en conjuntos que generalmente son de 25 a 50 manzanas, perfectamente delimitadas por calles, avenidas, andadores, arroyos, cercas, veredas, límites prediales, cuyo uso del suelo es principalmente habitacional, industrial, de servicios, comercial, etc. (IRIS-SCINCE, 2005).

el Programa de Pavimentación y Sociedad Organizada (PASO). Sin embargo, su actualización es fácilmente realizable insertando los nuevo valores o estadísticas de pavimentación en las hojas de cálculo de los mapas realizados.

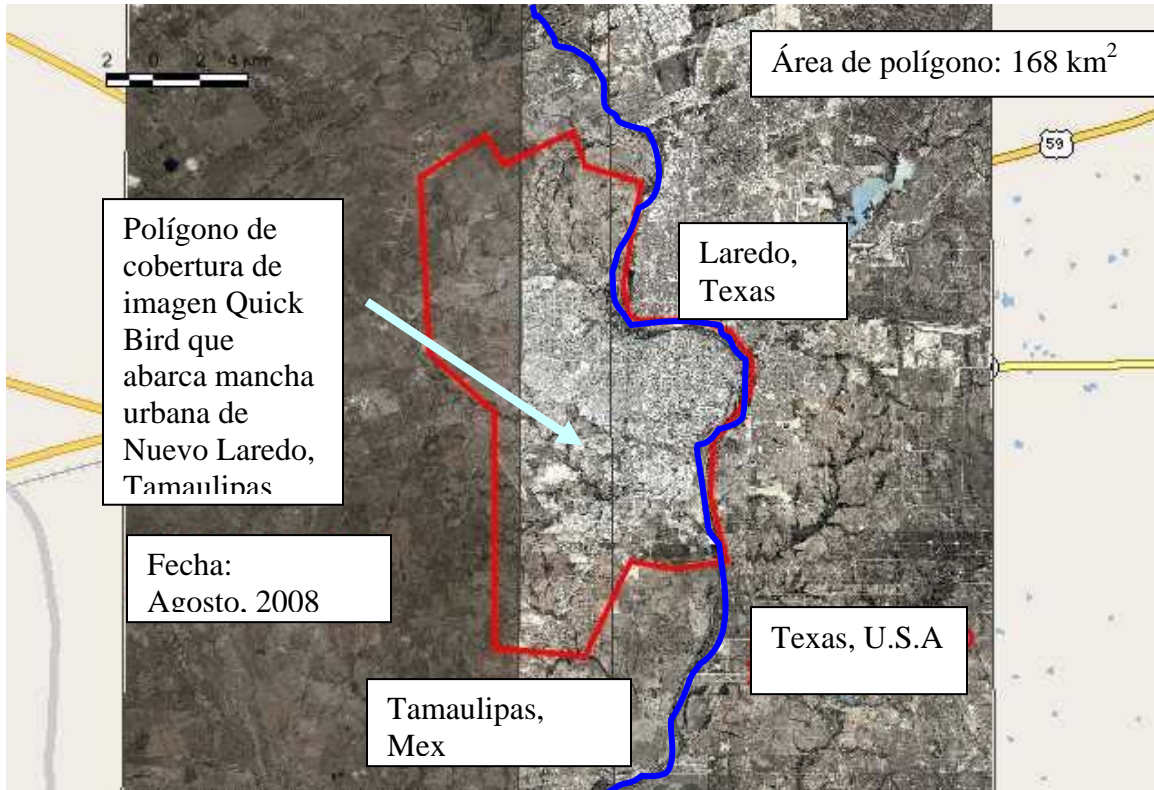


Figura 3. Cobertura del sensor QuickBird para la ciudad de Matamoros, Tamaulipas

ANTECEDENTES SOBRE PAVIMENTACIÓN

En general, las ciudades fronterizas del Norte de México cuentan con rezagos muy importantes en cuanto a la cobertura de pavimentación de sus calles. De tal manera que se considera con un rezago promedio cercando al 50 %, llegando a encontrarse casos de poblaciones como San Luis Río Colorado que solo cuentan con un 20 % de calles pavimentadas. Casos como Ciudad Juárez cuentan con una superficie pavimentada del orden del 60 por ciento quedando por arriba de la media pavimentada en ciudades de la frontera norte. El problema de las ciudades fronterizas del lado estadounidense es diferente. Gran porcentaje de su superficie



cuenta con pavimento. Sin embargo, se tienen problemas con la de edad y estado del pavimento (Diario, 3/18/2008).

Los problemas de contar con una carga vehicular fuerte transitando sobre grandes superficies no pavimentadas tienen efectos importantes en la salud humana y ambiental, así como en la movilidad urbana y posiblemente en indicadores de desarrollo y de calidad de vida.

Estos problemas tienen un impacto binacional en las ciudades fronterizas, sobre todo en aquellas que cuentan con una ciudad gemela de lado de los Estados Unidos, como los casos, de Ciudad Juárez-El Paso, Nogales, Sonora-Nogales, Arizona, Mexicali-Caléxico, Agua Prieta-Douglas, Matamoros-Brownsville, Nuevo Laredo-Laredo, etc. La razón reside en compartir una parcela de aire cuya concentración de partículas contaminantes depende de la actividad de ambos lados desplazándose con su respectivo arrastre de contaminantes en ambos lados en función de la velocidad y dirección del viento, así como de condiciones térmicas y otras variables atmosféricas.

Estudios a nivel localidad estiman que la ciudad de Nuevo Laredo tiene una cobertura de calles pavimentada de un 58 % (BECC, 2008). Al igual que las diversas ciudades analizadas en la frontera, tienen altos porcentajes de pavimentación en las zonas centrales de la ciudad, mismas que cuentan con mayor consolidación en general de la infraestructura urbana. Las áreas de baja cobertura se encuentran al oeste y al sur, así como en el extremo norte. De acuerdo a la Dirección de Obras Públicas de Nuevo Laredo, el tipo de pavimento de la ciudad corresponde en un 70 por ciento asfalto y un 30 por ciento de concreto hidráulico.

La ciudad de Nuevo Laredo actualmente está bajo un programa intensivo de pavimentación conocido como PASO. Este programa tiene como objetivo principal el de abatir el rezago en pavimentación de la ciudad, para lo cual se apoya en diversas Fuentes de financiamiento. El diario “El mañana” informa el día domingo 26 de abril del 2009 se dio inicio al programa PASO, informando que la primera etapa de pavimentación se inició en la colonia Granjas Regina. En dicha noticia



también se informa que durante el año 2009 serán pavimentadas 800 cuadras con un equivalente a 720 metros cuadrados por calle. Y con una inversión de 480 millones de pesos. Se anuncian además otras 200 cuadras para el año 2010. El escenario a corto plazo planteados es de contar un una ciudad pavimentada en un 80 por ciento, esto es, un incremento del 22 por ciento.

Hasta ahora, las estadísticas de pavimentación se refieren a porcentajes de cobertura por mancha urbana. Sin embargo, es un dato que requiere ser actualizado y monitoreado. Se tiene la necesidad de conocer a detalle las zonas de las ciudades que no cuentan con calles revestidas, con el fin de estimar los presupuestos requeridos por ciudad para atender el rezago de pavimentación y sus efectos en la salud y en el ambiente de las localidades fronterizas.

La aplicación de técnicas de percepción remota y el uso de imágenes satelitales de alta resolución espacial permiten la extracción de información sobre la manchas urbana sin estar en contacto directo con ella; esto es, sin requerir levantamiento de información con brigadas de personal en campo. Con estas técnicas se contribuye a la creación de indicadores de pavimentación útiles para las autoridades municipales e instituciones financiadoras ya que permiten en corto tiempo, estimar costos con una buena aproximación.

Para el caso específico de pavimentación, está más que probado que la Percepción Remota (PR) tiene el potencial de proveer información detallada de caminos y redes de calles y puede ofrecer una forma más económica y rápida para mejorar las prácticas comunes para la observación y el inventario de la red de transporte (Jensen and Cowen 1999, Usher 2000).

La cartografía digital generada y debido a que está georeferenciada, se liga fácilmente a variables censales e indicadores socioeconómicos y ambientales. De tal suerte que facilita la extracción de información y la construcción de indicadores de calidad de vida y de desarrollo.



IMPACTOS

La pavimentación se relaciona con indicadores de **salud**, directamente aquellos relacionados con calidad del aire. Los suelos sin pavimento contribuyen de forma significativa con la emisión de partículas de polvo a la atmósfera inmediata, quedando expuesta la población a riesgos eminentes de enfermedades respiratorias entre otras.

Uno de los indicadores ambientales o de contaminantes aéreos mas importantes es el PM_{10} . Este se refiere a las partículas de polvo suspendidas con un diámetro menor a los $10 \mu m$ (PM_{10}). Las concentraciones de PM_{10} en la atmósfera inmediata a las ciudades está al parecer altamente relacionada con el tránsito de una fuerte carga vehicular sobre una gran superficie de calles pavimentadas.

En ciudades fronterizas como Mexicali, B.C. existen reportes indicando que hasta un 63 % de la contaminación del aire por PM_{10} en la ciudad y lo cual equivale a 53,689 toneladas por año es debida al levantamiento de polvo por el tránsito de vehículos en caminos que no cuentan con pavimentos. Este indicador para Mexicali se relacionaba a una superficie no pavimentada del 38 %. Para el caso de la ciudad de Tijuana un inventario de emisiones de la calidad del aire (2000-2005) reportó que se generan 23,563 toneladas anuales de PM_{10} , de las cuales el 76 % (17,860 toneladas anuales) son producto del tránsito vehicular sobre calles sin pavimentar. En ese mismo tiempo se reportaba que en la ciudad de Tijuana un 40% de las vialidades no contaban con algún revestimiento (COCEF, 2003).

Ciudad Juárez es otro de los casos de ciudades fronterizas con una gran extensión en la conformación de su mancha urbana y con déficits muy serios en materia de pavimentación; estos del orden del 50 % reportado en el último lustro y nuevas estadísticas del Instituto Municipal de Investigación y Planeación (IMIP) reportan un 40% sin pavimentar. Sumado a esto, Ciudad Juárez tiene una carga vehicular muy fuerte, del orden de mas de 366, 739 vehículos. Hernández et al 2000, reportan que se han presentado niveles de contaminación de hasta $378 \mu m/m^3$ de PM_{10} . Estudios de salud realizados en Ciudad Juárez por Hernández et al (2000)



encontraron asociaciones positivas entre las concentraciones de PM_{10} y el número de consultas por asma y enfermedades respiratorias.

Cabe destacar que las ciudades fronterizas comparten parcelas de aire que nada tienen que ver con las líneas divisorias. Y que los niveles de contaminación emanados por la alta movilidad vehicular sobre grandes extensiones de caminos si revestimiento tienen un impacto binacional dado la proximidad inmediata de las ciudades al otro lado de la línea divisoria. En conclusión el impacto es de orden binacional.

Otros de los impactos se relacionan con la **actividad urbana** y específicamente con movilidad. Los caminos no pavimentados normalmente propician tiempos de traslado mas elevados para la ciudadanía. Afectando el desplazamiento diario hacia centros escolares, zonas comerciales, parques industriales, parques, etc. Estas condiciones se exacerban durante época de lluvias, que además de elevar los tiempos de traslado o impedirlos se convierten en aportadores directos de material de arrastre. Sin duda un problema importante lo constituye la inexistencia de banquetas y de guarniciones, mismas que tienen una función muy importante para la seguridad del peatón y la seguridad de las viviendas.

METODOLOGIA

Para la estimación de los indicadores de pavimentación que involucran superficie y longitud de calles se requiere de la adquisición de imágenes del satélite Quick Bird. Estos datos nos brindan un tamaño de pixel de .61 metros; resolución espacial ya probada para el análisis de calles pavimentadas. Con este tamaño de píxel se posibilita la aplicación de un algoritmo que puede operar de manera manual yendo paso a paso o bien de una programación que permita una estimación automatizada. Los resultados se pueden supervisar con la misma imagen original en su versión Pancromática que permite de manera visual diferenciar superficies que tienen pavimento de aquellas que no.



Las estimaciones se realizaron por polígonos de Colonias y por polígonos de Áreas Geo-estadísticas Básicas (AGEB's). La imagen inicial requirió procesos de rectificación así como la estandarización de la proyección geográfica y los sistemas coordenados utilizados por el INEGI en la generación de su cartografía digital, estos son: Proyección Geográfica UTM, WGS 1984, Zona 14 Norte.

Un paso importante consiste en crear máscaras que permitan quedarnos con solo la parte de la imagen correspondiente a calles. Este paso es posible después de ajustar espacialmente el archivo vectorial de manzanas con la imagen satelital. Una vez ajustadas se produce un archivo binario donde lo que está dentro de manzanas adquiere el valor de “cero”, quedando con valor de “uno” correspondiente a calles. Por último, se multiplica el archivo binario por la imagen, dando como resultado una imagen de calles para la ciudad.

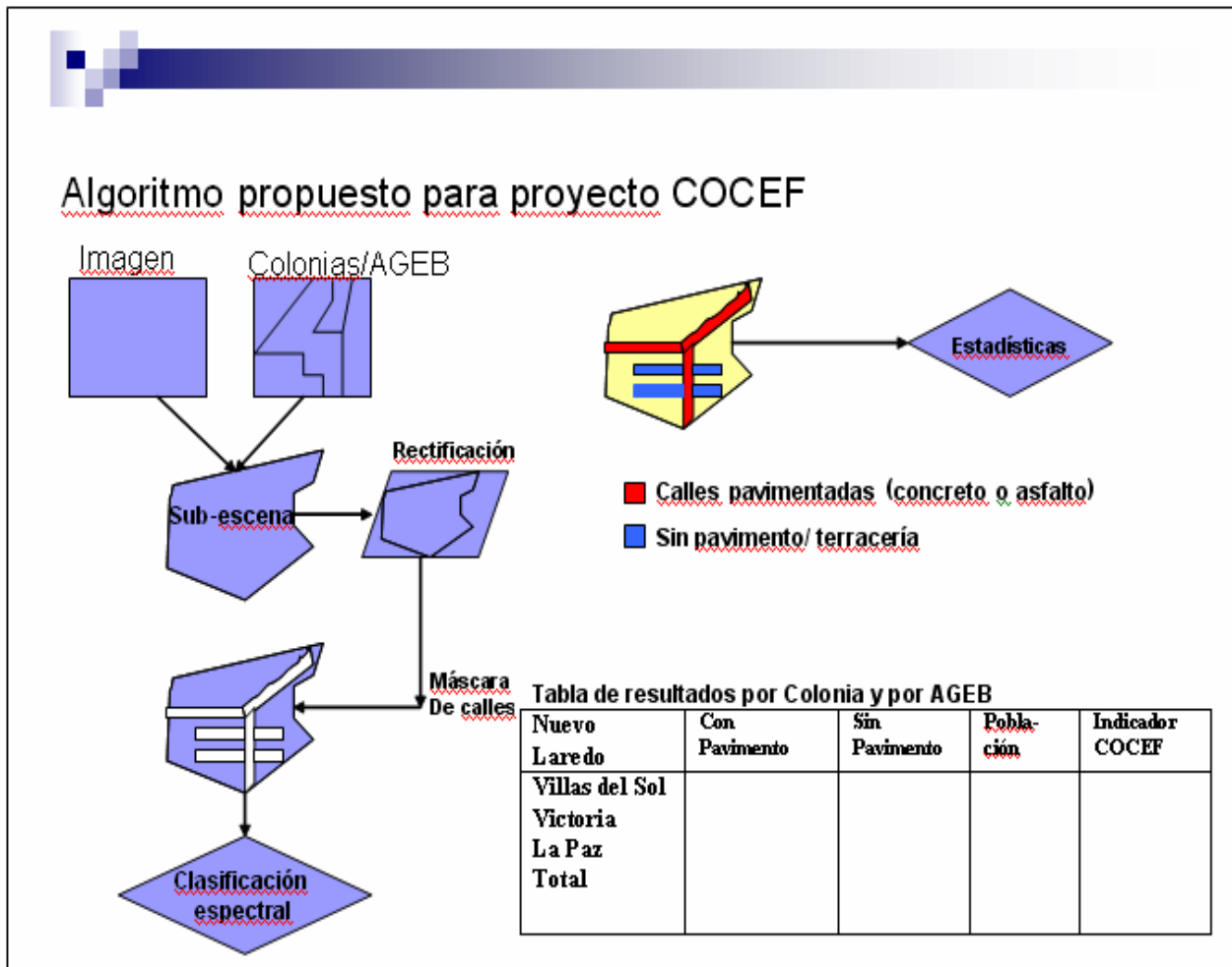
El procedimiento anterior elimina drásticamente el ruido que se genera al clasificar mediante procesos de clasificación supervisada a la imagen completa. La aplicación de clasificación y post-clasificación a la imagen de calles, produjo como resultado clases muy entendibles y que en primera instancia correspondieron a Pavimentación, Sin Pavimentación, Vegetación y Otros. El ambiente o sistema raster a utilizar se conoce como ENVI en su versión 4.4, software muy avanzado para efectos de clasificación espectral y generación de mapas temáticos. La figura 2 resume el algoritmo para pavimentación

Satélite/sensor: Quick Bird

El satélite conocido como Quick Bird fue lanzado exitosamente el 18 de octubre del 2001. Y es actualmente uno de los satélites orbitando la tierra con una de las resoluciones espaciales más finas a nivel comercial. Registra una muestra en tierra de 60 centímetros por píxel. Cuenta con un ancho de banda de 16.5 kilómetros y su resolución radiométrica es la siguiente: Pan: 450-900 nanómetros (nm); Blue: 450-520; Green: 520-600; Red: 630-690 nm y NIR 760-900 nm. Su resolución temporal es de 1 a 3.5 días. Esta última resolución implica el tiempo de repetitividad del paso del sensor por el mismo lugar. La imagen a utilizarse en este proyecto corresponde al

mes de agosto del 2008 y cubre una superficie de 169 km². La figura 5 nos muestra un despliegue de la imagen y cobertura de la ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas empleada en este proyecto.

Figura 4. Algoritmo básico para estimar pavimentación



Fuente: Diagrama elaborado por Luis E. Cervera (2009)

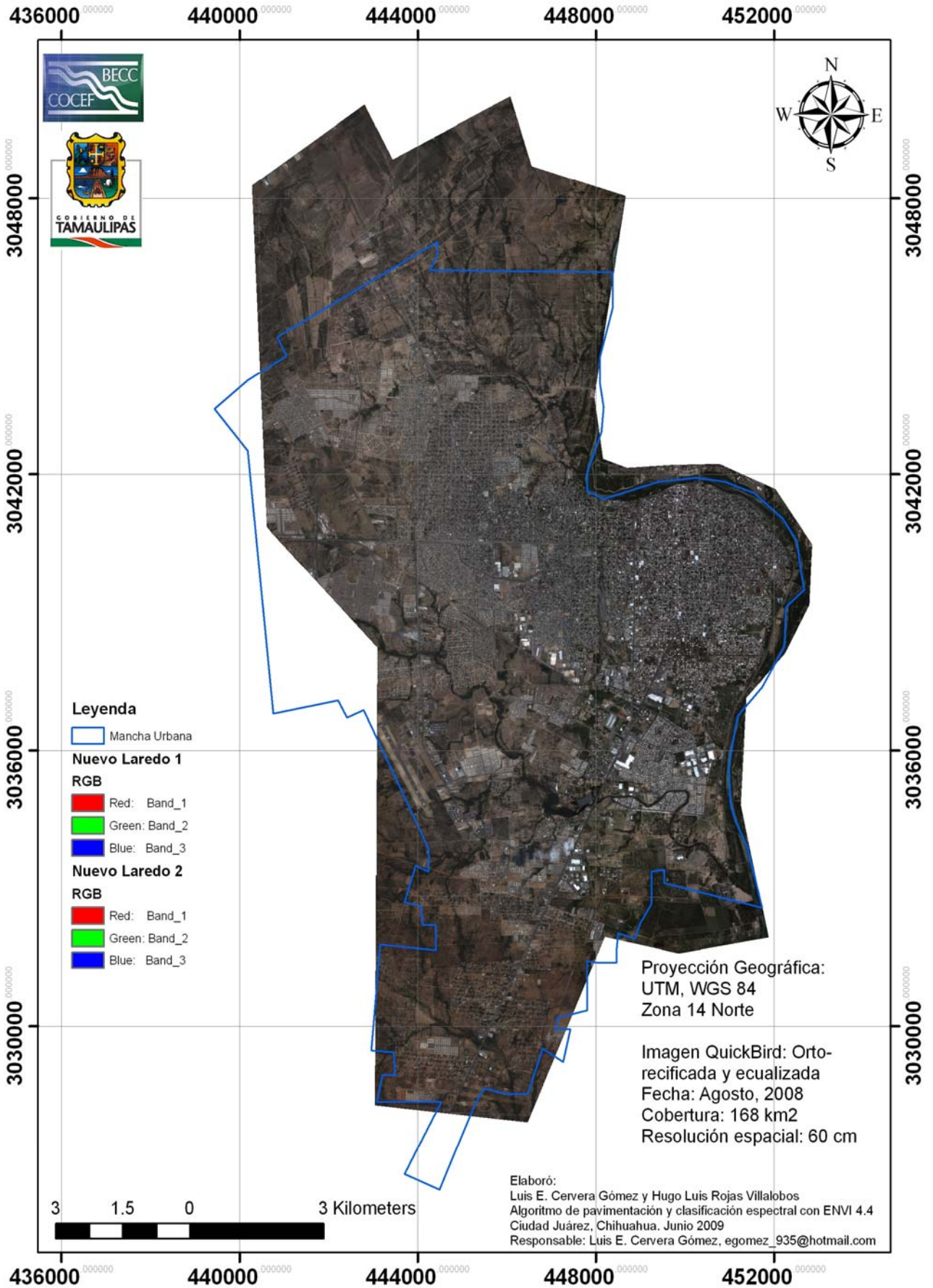


Figura 5. Imagen Satelital QuickBird de Nuevo Laredo, Tamaulipas. Agosto, 2008


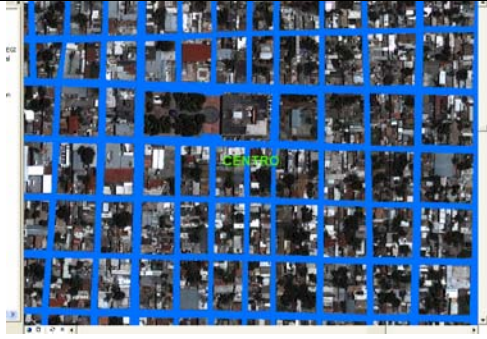


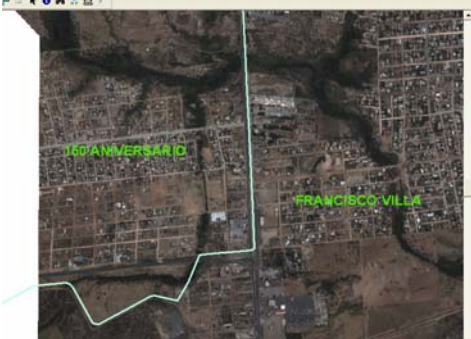
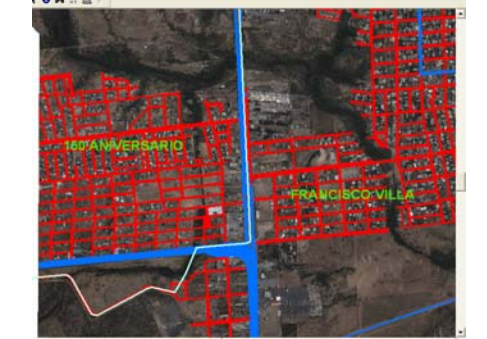




La Figura 6 es obtenida de la imagen anteriormente mostrada y nos exhibe un mosaico de la diversidad de condiciones en las calles de Nuevo Laredo. Se muestra la información por pares de imágenes que conforman la imagen cruda contra la imagen procesada.

La metodología propuesta en este trabajo da como resultado la clasificación de calles igual a las mostradas en la Figura 6. Una vez que el usuario cuente con toda la información digital y los sistemas apropiados, se cuenta con un proceso de supervisión práctico de los resultados y en su caso su edición y corrección.



Figura 6. Ejemplos de la diversidad del estatus de pavimentación en Nuevo Laredo, Tamaulipas.

	
<p>a) Sub-zona Centro en Colonia “Centro”</p>	<p>a1) Calles pavimentadas en su totalidad (azul)</p>
	
<p>b) Ejemplo en zona norponiente</p>	<p>b1) Calles mixtas en cuanto a pavimentación (Rojo: sin pavimento)</p>
	
<p>c) Colonias localizadas al oriente de la ciudad</p>	<p>c1) Áreas con 100 por ciento de superficie sin pavimentar (Rojo)</p>
	
<p>d) Fraccionamiento nuevo en el poniente</p>	<p>d1) 100 % pavimentados (azul)</p>

RESUMEN DE RESULTADOS

El presente estudio de pavimentación de la ciudad de Nuevo Laredo, puede ser considerado de vanguardia en el uso de la tecnología de percepción remota y de técnicas de análisis espacial aplicado para una problemática específica urbana, esto, dado el uso de imágenes satelitales del sensor Quick Bird; cuya característica principal es su alta resolución espacial (60 cms/píxel) y su disponibilidad de fechas recientes. En México como precedente del uso de esta tecnología se tiene el caso de las Ciudades de Reynosa y Matamoros, Tamaulipas.

Los resultados del análisis arrojaron que la ciudad de Nuevo Laredo cuenta con una superficie total de calles de 17,193, 270 metros cuadrados; de los cuales un 30.1 % no cuenta con algún tipo de carpeta pavimentada y con un 69.9 % de calles con algún tipo de pavimento. Estos resultados se presentan en tablas estadísticas relacionadas a un total de 199 Áreas Geo-estadísticas Básicas (AGEB's)² y además se relacionan a un total 155 polígonos correspondientes a colonias.

Cuadro 1. Estadísticas de superficie en calles y su cobertura en Nuevo Laredo, Tamaulipas (2009)

Condición	Superficie en m ²	Porcentaje de Cobertura
Sin pavimentar	5,171,391	30.1 %
Pavimentadas	12,021,879	69.9 %
Total	17,193,270	100 %

Fuente: Elaborado por Quantum Hidroplaneación

La superficie de calles sin pavimentar que quedan dentro de polígonos de colonias establecidas es de un total de 5,150, 126 m²; esto es, existen un total de 21,265 m² de calles sin pavimentar que queda fuera de límites de colonias.

² Dada la preparación de la cartografía para tiempos censales, tenemos que los planos AGEB's y de colonias no coinciden con las condiciones actuales de la mancha urbana actual, afectando el tamaño poblacional. Esto se explica porque la cartografía fue desarrollada para el último conteo de población y vivienda del 2005.

El costo promedio³ estimado fue de \$ **412.88 pesos** por metro cuadrado para la opción del Asfalto y de \$ **523.13 pesos** por metro cuadrado para la opción de Concreto Hidráulico. Considerando las estadísticas de superficie de calles y los costos tenemos los siguientes montos requeridos para pavimentación de Nuevo Laredo, Tamaulipas.

Cuadro 2. Costos por tipo de pavimentación para Nuevo Laredo, Tamaulipas (2009)

Cobertura	Asfalto (pesos)	Concreto Hidráulico (pesos)
Dentro de Colonias	\$2,126,384,162.85	\$ 2,694,185,591.72
Área fuera de Colonias ⁴	\$ 8,780,037.70	\$ 11,124,542.54
Total	\$ 2,135,164,200.55	2,705,310,134.26

Fuente: Elaborado por Quantum Hidroplaneación

Sin embargo, con base en los resultados se tiene un polígono la parte norte de la ciudad y al norte de la colonia Claudet y registrado en esta base de datos como “Sin nombre” que cuenta con un desarrollo incipiente (muy poca población y pocas viviendas) y que fue considerado en este análisis dada la existencia de traza urbana que pudiera ser omitido del costo total. Este polígono cuenta con 320,496.06 m² de calles sin pavimentar, lo que representaría un monto total de \$132, 326,412.43 pesos y \$167,661,102.82 pesos con asfalto y concreto hidráulico respectivamente. Finalmente y por el momento exceptuando el polígono antes mencionado se estima un costo aproximado de \$ **1, 994, 057,750 pesos** con asfalto y de \$ **2, 526, 524,488 pesos** con concreto hidráulico.

El algoritmo y los procesos de clasificación espectral de pavimentación se realizaron en dos plataformas de Sistemas de Información Geográfica: ENVI 4.4 y Arc GIS 9.3. El conjunto de datos generados se encuentran en versión digital y

³ Ambos costos tienen el IVA incluido y consideran la carpeta asfáltica y guarniciones. No se incluyen los costos de reemplazo de tomas y descargas en calles.

⁴ Esta área queda fuera de los polígonos de colonias existentes en los datos vectoriales del INEGI. Por lo que se recomienda actualizar con los planos de colonias de Nuevo Laredo, Tamaulipas.



podrán ser utilizados para su actualización de superficies y en costos por la ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas.

RESULTADOS: ESTADÍSTICAS y COSTOS

Estimación de costos del Asfalto y el Concreto Hidráulico

En una exploración de costos de pavimentación se consultó a las siguientes empresas/instituciones, obteniéndose como resultado las siguientes estimaciones para la región de Nuevo Laredo (ver cuadro 3) y que se pueden considerar vigentes al mes del junio del presente año.

Cuadro 3. Costo promedio del asfalto y el concreto hidráulico; estimado en pesos por metro cuadrado y vigente al 20 de junio del 2009.

Empresa/Institución	Costo estimado en pesos por metro cuadrado	
	Asfalto	Concreto
Empresa desarrolladora urbana, Nuevo Laredo	418.15	499.40
Empresa desarrolladora urbana**	420.50	500.00
Dirección de Obras Públicas	400.00	570.00
Costo promedio estimado para Nuevo Laredo	412.88 pesos/m²	523.13 pesos/m²

*Los datos son vigentes para la ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas

** Empresa solicitó su anonimato.

Fuente: Elaborado por Quantum Hidroplaneación (2009).

Como se puede apreciar existen diferencias importantes en las estimaciones de las diferentes fuentes. Esto, sin considerar las posibles alzas a los materiales, sobre todo el asfalto que queda en función de los costos del petróleo. Otro factor importante manifestado por estas empresas es la escala de la obra, quedando el precio también en función de la superficie a pavimentar. En el caso del Asfalto, estos van desde los 400.00 pesos a los 420.50 pesos por metro cuadrado. Y en el caso de Concreto Hidráulico estos varían entre los 499.40 a 570.00 pesos por metro cuadrado. Se destaca que en estos costos promedios no se incluyen los costos



referentes a tomas y descargas. De considerarse como actualmente se está realizando en la ciudad de Nuevo Laredo, los costos se elevan hasta 450 pesos por metro cuadrado de asfalto y hasta 700 pesos por metro cuadrado de Concreto Hidráulico.

Dada la alta variabilidad en costos, nuestro cálculo solo puede ser considerado una buena aproximación a costos reales, por lo que se considera actualizar dichos valores. En conclusión, para evaluar los costos de pavimentación de Nuevo Laredo se procedió a considerar un costo promedio de **412.88 pesos** para el asfalto y de **523.13 pesos** para el concreto. Ambos precios incluyen el I.V.A.

La gran diferencia entre los costos de asfalto y concreto normalmente hace que las autoridades decidan por la primer opción. Por lo que se tienen coberturas actuales en Nuevo Laredo de hasta un 70 por ciento de carpeta con asfalto. Sin embargo, es necesario considerar algunas diferencias técnicas importantes entre estos dos materiales.

Asfalto

- * Se deteriora con el tiempo
- * Requiere reparaciones y "re-carpeteados" constantes
- * Alto costo de mantenimiento
- * Se deforma su superficie ofreciendo un manejo irregular, o bajo índice de servicio

Concreto

- * Deterioro mínimo durante su vida útil
- * Duración de 20 a 30 años
- * Mantenimiento mínimo
- * Deformación mínima de su superficie
- * Índice de servicio alto durante su vida útil
- * Mayor velocidad de construcción
- * Disminución de costos de operación
- * Mejor drenaje superficial

- * Mayor reflexión de la luz
- * Requiere menor estructura de soporte

TABLAS DE RESULTADOS POR COLONIA

De los mapas contenidos en los archivos proyecto creados en el Sistema de Información Geográfica se extrae un resumen de las tablas relacionales, estas son exportadas de su formato original a una hoja de Excel. En primer orden se presentan las estadísticas principales de cobertura de calles con o sin carpeta asfáltica (ver tabla 1). Los datos son presentados por colonia, con el fin de que el usuario(a) pueda entender y discernir la información por esta entidad urbana, además de que se convierte en un elemento importante de ayuda en la priorización de los programas de pavimentación y en la toma de decisiones sobre la materia.

El mapa de colonias queda representado por 155 polígonos, considerando que nueve de ellos no cuentan con un registro de nombre, así como dos áreas de nuevos desarrollos fuera de las colonias establecidas. En total se encontró una superficie de 17, 193,270.96 m² de calles, de las cuales 5, 171,391.69 m² no cuentan con ningún tipo de pavimento y un total de 12, 021,879.27 m² están pavimentados. En total la ciudad de Nuevo Laredo cuenta con el 69.9 % de sus calles con pavimento y un 30.1 % de sus calles están sin pavimentar.

Tabla 1. Estadísticas por polígonos de Colonias de Nuevo Laredo (Junio, 2009)

COLONIAS	No Pavimentado (m2)	Pavimentado (m2)	No pavimentado (%)	Pavimentado (%)	Grand Total (m2)
ANAHUAC		37,372.79	0.0	100.0	37,372.79
BUENOS AIRES		104,345.05	0.0	100.0	104,345.05
CENTRO		591,431.90	0.0	100.0	591,431.90
DEL VALLE		10,826.23	0.0	100.0	10,826.23
FERROCARRIL		70,977.74	0.0	100.0	70,977.74
GONZALEZ (ANAHUAC)		18,164.01	0.0	100.0	18,164.01
INDEPENDENCIA		51,943.27	0.0	100.0	51,943.27
J F M M		21,695.92	0.0	100.0	21,695.92
JESUS GARCIA (ANAHUAC)		31,799.36	0.0	100.0	31,799.36
LA ESPERANZA		47,823.98	0.0	100.0	47,823.98



COLONIAS	No Pavimentado (m2)	Pavimentado (m2)	No pavimentado (%)	Pavimentado (%)	Grand Total (m2)
LAS ALAMEDAS		16,249.46	0.0	100.0	16,249.46
LOMA BONITA		35,008.27	0.0	100.0	35,008.27
MATAMOROS		167,995.11	0.0	100.0	167,995.11
MIRADOR		145,836.35	0.0	100.0	145,836.35
Nuevos Desarrollos 2		37,589.13	0.0	100.0	37,589.13
OJO CALIENTE		38,878.93	0.0	100.0	38,878.93
PATIOS DEL F. F. C. C.		11,020.84	0.0	100.0	11,020.84
POSTAL		8,977.49	0.0	100.0	8,977.49
ROMA		19,346.78	0.0	100.0	19,346.78
ROMA 2		27,348.53	0.0	100.0	27,348.53
ROSITA		35,307.01	0.0	100.0	35,307.01
S A S		30,316.36	0.0	100.0	30,316.36
SAN RAFAEL		103,407.89	0.0	100.0	103,407.89
SIN NOMBRE 1		7,647.83	0.0	100.0	7,647.83
VIVEROS 2	0.06	59,049.20	0.0	100.0	59,049.26
LUIS DONALDO COLOSIO	0.16	46,765.52	0.0	100.0	46,765.67
MILITAR	10.61	52,391.15	0.0	100.0	52,401.76
VICTORIA	232.56	99,530.77	0.2	99.8	99,763.33
FINSA	226.00	61,769.56	0.4	99.6	61,995.55
JARDIN	883.30	214,696.23	0.4	99.6	215,579.53
JUAREZ	1,026.47	227,914.44	0.4	99.6	228,940.90
HIDALGO	1,721.86	320,949.61	0.5	99.5	322,671.47
SAN JOSE	314.30	55,334.53	0.6	99.4	55,648.83
GUERRERO	2,202.28	318,721.80	0.7	99.3	320,924.08
VIVEROS	2,305.19	289,101.42	0.8	99.2	291,406.61
ZARAGOZA	690.60	62,228.58	1.1	98.9	62,919.18
PEÑA BENAVIDES	630.71	56,174.73	1.1	98.9	56,805.44
ALTAVISTA	425.23	31,569.52	1.3	98.7	31,994.75
VILLAS DE SAN MIGUEL	5,427.58	373,433.00	1.4	98.6	378,860.57
BUROCRATAS	439.99	29,082.74	1.5	98.5	29,522.73
HIPODROMO	2,275.44	134,872.06	1.7	98.3	137,147.50
INFONAVIT FUNDADORES	6,976.02	406,502.45	1.7	98.3	413,478.47
20 DE NOVIEMBRE	961.14	53,544.96	1.8	98.2	54,506.10
UNION	605.45	30,712.08	1.9	98.1	31,317.52
MADERO	7,907.27	321,974.17	2.4	97.6	329,881.44
LOMAS DEL PONIENTE	878.59	27,573.86	3.1	96.9	28,452.44
HACIENDA L. LONGORIA	1,880.62	55,667.13	3.3	96.7	57,547.75
PALACIOS	5,401.46	153,525.07	3.4	96.6	158,926.53
MEXICO	1,514.16	39,675.42	3.7	96.3	41,189.58
BUENA VISTA	16,435.36	399,524.38	4.0	96.0	415,959.73
SOLIDARIDAD 2	1,353.45	32,088.39	4.0	96.0	33,441.83
FOVISSSTE ALAZANAS	1,792.34	37,955.01	4.5	95.5	39,747.35



COLONIAS	No Pavimentado (m2)	Pavimentado (m2)	No pavimentado (%)	Pavimentado (%)	Grand Total (m2)
VILLAS DE LA CONCORDIA	1,218.71	23,265.23	5.0	95.0	24,483.94
LAS TORRES	7,528.79	129,500.41	5.5	94.5	137,029.20
ISSSTE	5,612.54	95,078.45	5.6	94.4	100,690.98
ALIANZA PARA LA PRODUCCION	6,355.93	98,825.79	6.0	94.0	105,181.72
MORELOS	3,195.34	49,409.86	6.1	93.9	52,605.20
LOS ALAMOS	8,467.40	130,234.35	6.1	93.9	138,701.75
FERROCARRILERA (OBRERA)	2,415.61	36,774.46	6.2	93.8	39,190.07
SOLIDARIDAD 1	3,406.86	48,414.73	6.6	93.4	51,821.59
INFONAVIT BENITO JUAREZ	15,945.87	224,418.48	6.6	93.4	240,364.35
EL NOGAL	2,846.32	37,972.16	7.0	93.0	40,818.48
LOMAS DEL RIO	8,720.91	106,947.98	7.5	92.5	115,668.88
SISTEMAS MERLIN	4,734.81	56,644.64	7.7	92.3	61,379.45
VILLAS DEL SOL	4,082.60	41,682.41	8.9	91.1	45,765.01
RIO BRAVO	11,352.47	115,781.38	8.9	91.1	127,133.85
BONITO TOBOGANES	20,842.61	205,364.87	9.2	90.8	226,207.48
LA FE	10,669.66	88,334.79	10.8	89.2	99,004.45
CAMPESTRE	30,090.64	231,085.10	11.5	88.5	261,175.74
ELECTRICISTAS	8,188.20	62,013.01	11.7	88.3	70,201.21
BERTHA DEL AVELLANO	18,556.60	133,957.55	12.2	87.8	152,514.15
LOS FRESNOS-CIRUELOS	31,178.36	221,501.25	12.3	87.7	252,679.61
LONGORIA	6,083.68	41,236.57	12.9	87.1	47,320.25
COLINAS DEL SUR	40,418.79	251,340.02	13.9	86.1	291,758.81
RIVERAS DEL BRAVO	14,780.23	88,971.08	14.2	85.8	103,751.31
BELLAVISTA	10,450.82	60,825.38	14.7	85.3	71,276.20
VILLAS DE LA FE	4,211.87	22,657.36	15.7	84.3	26,869.23
SIN NOMBRE 3	7,602.20	37,832.32	16.7	83.3	45,434.52
C.N.O.P.	4,693.49	21,766.80	17.7	82.3	26,460.29
VALLES DEL PARAISO	5,908.43	25,788.11	18.6	81.4	31,696.54
EL REMOLINO	8,915.63	36,022.08	19.8	80.2	44,937.71
PRIMAVERA	24,705.52	98,365.66	20.1	79.9	123,071.18
ANAHUAC SUR	3,794.47	15,079.96	20.1	79.9	18,874.43
AMERICA 1	116,509.49	457,810.33	20.3	79.7	574,319.82
LA PAZ	36,550.00	137,864.43	21.0	79.0	174,414.44
DEL MAESTRO	7,885.55	28,278.26	21.8	78.2	36,163.81
LOS TOBOGANES	8,885.45	31,076.66	22.2	77.8	39,962.10
CONCORDIA	29,413.60	102,261.34	22.3	77.7	131,674.94
SIN NOMBRE 8	11,385.41	38,529.22	22.8	77.2	49,914.63
LA SANDIA	37,442.00	124,855.09	23.1	76.9	162,297.09
JARDIN JUVENTIA	4,259.88	11,603.13	26.9	73.1	15,863.02
NUEVO PROGRESO	87,461.37	233,784.74	27.2	72.8	321,246.11
LAGOS	42,908.08	106,675.90	28.7	71.3	149,583.97
LOS ENCINOS	40,785.85	100,180.31	28.9	71.1	140,966.15



COLONIAS	No Pavimentado (m2)	Pavimentado (m2)	No pavimentado (%)	Pavimentado (%)	Grand Total (m2)
Nuevos Desarrollos 1	134,282.45	314,971.58	29.9	70.1	449,254.03
UNIDAD NACIONAL	20,549.77	41,256.51	33.2	66.8	61,806.27
AMERICO VILLARREAL GUERRA VOLUNTAD Y TRABAJO 1	63,985.15	99,771.99	39.1	60.9	163,757.14
LA JOYA	14,497.95	21,209.96	40.6	59.4	35,707.91
SIN NOMBRE 7	15,358.62	22,298.37	40.8	59.2	37,657.00
ALIJADORES	11,565.62	15,911.79	42.1	57.9	27,477.41
LOS COLORINES	7,644.58	9,250.47	45.2	54.8	16,895.05
NUEVA ERA	152,120.53	164,384.47	48.1	51.9	316,505.00
ARTURO CORTES VILLADA O VOLUNTAD Y TRABAJO 2	66,994.31	68,512.40	49.4	50.6	135,506.71
ENRIQUE CARDENAS GONZALEZ	126,060.56	126,398.35	49.9	50.1	252,458.91
1 DE MAYO	80,359.82	78,873.59	50.5	49.5	159,233.41
DANIEL HERNANDEZ ISAIS	19,881.21	18,072.87	52.4	47.6	37,954.09
ARTURO VEGA SANCHEZ	37,113.52	33,393.39	52.6	47.4	70,506.92
NUEVO BAYITO	44,995.20	39,687.46	53.1	46.9	84,682.66
VICENTE MENDOZA	13,958.05	11,988.37	53.8	46.2	25,946.42
MANUEL CAVAZOS LERMA	46,935.22	37,204.44	55.8	44.2	84,139.66
VOLUNTAD Y TRABAJO 4	56,485.69	42,777.71	56.9	43.1	99,263.40
SIN NOMBRE 6	38,694.60	27,721.98	58.3	41.7	66,416.58
UNION DEL RECUERDO	50,603.29	35,796.33	58.6	41.4	86,399.63
SIN NOMBRE 5	75,443.48	44,171.24	63.1	36.9	119,614.72
FRANCISCO VILLA	410,558.84	237,808.57	63.3	36.7	648,367.41
TAMAULIPAS	32,415.01	18,670.47	63.5	36.5	51,085.48
VOLUNTAD Y TRABAJO 3	81,725.33	46,654.90	63.7	36.3	128,380.23
LOS GARZA	37,516.97	19,846.42	65.4	34.6	57,363.39
EMILIANO ZAPATA	47,021.01	23,063.99	67.1	32.9	70,085.00
SIN NOMBRE 2	52,104.21	20,584.85	71.7	28.3	72,689.06
LOS PRESIDENTES	206,264.44	79,991.67	72.1	27.9	286,256.11
GRANJAS ECONOMICAS	323,162.26	121,179.18	72.7	27.3	444,341.43
REFORMA URBANA	52,762.32	17,581.89	75.0	25.0	70,344.21
GRANJAS TREVIÑO	159,036.77	52,577.65	75.2	24.8	211,614.42
PEDREGAL	8,161.88	2,672.28	75.3	24.7	10,834.16
ZONA DE TOLERANCIA	19,247.02	5,794.04	76.9	23.1	25,041.06
150 ANIVERSARIO	183,357.87	54,140.64	77.2	22.8	237,498.51
ANEXO REFORMA URBANA	83,432.24	22,427.05	78.8	21.2	105,859.29
VIRREYES	26,117.94	6,890.08	79.1	20.9	33,008.03
GRANJAS REGINA	255,959.71	67,194.95	79.2	20.8	323,154.66
AMERICA	45,577.22	11,649.39	79.6	20.4	57,226.61
EL CAPORAL	36,886.23	8,606.21	81.1	18.9	45,492.44
NACIONES UNIDAS	169,417.34	30,694.57	84.7	15.3	200,111.92
LAS ALAZANAS	70,325.90	11,360.83	86.1	13.9	81,686.72
SAN ANDRES	25,806.84	3,514.70	88.0	12.0	29,321.54



COLONIAS	No Pavimentado (m2)	Pavimentado (m2)	No pavimentado (%)	Pavimentado (%)	Grand Total (m2)
GRANJAS GUZMAN	119,897.36	12,833.37	90.3	9.7	132,730.73
CONSTITUCIONAL	175,061.67	14,810.66	92.2	7.8	189,872.34
LOS ARCOS	55,962.53	2,751.94	95.3	4.7	58,714.47
CLAUDET	16,369.88	659.77	96.1	3.9	17,029.65
AREA FUERA DE COLONIAS	21,265.35	396.19	98.2	1.8	21,661.55
SIN NOMBRE 9	11,648.07	101.43	99.1	0.9	11,749.51
GUERREROS DEL SOL	43,833.92	118.69	99.7	0.3	43,952.61
EL CAPULIN	75,377.61		100.0	0.0	75,377.61
LOMAS DEL REY	16,907.98		100.0	0.0	16,907.98
LOS ARTISTAS	65,001.95		100.0	0.0	65,001.95
NUEVA ESPAÑA	3,708.90		100.0	0.0	3,708.90
SANTIAGO M. BELDEN	16,493.24		100.0	0.0	16,493.24
SIN NOMBRE 4	320,496.06		100.0	0.0	320,496.06
BLANCA NAVIDAD					0.00
INSURGENTES					0.00
LOMAS DEL ROSARIO					0.00
Grand Total	5,171,391.69 m ²	12,021,879.27 m ²	30.1 %	69.9 %	17,193,270.96 m ²

ESTADISTICAS POR AREAS GEOESTADISTICAS BASICAS (AGEB)

Resulta importante considerar a esta unidad espacial definida por el INEGI, por las siguientes razones:

- Permite conocer la cantidad de población total afectada por superficies no pavimentadas y viviendo en superficies pavimentadas. Los datos de población total no existen por Colonias en los datos censales del conteo 2005 y registrados en el sistema IRIS-SCINCE del INEGI.
- Ayuda a generar un indicador de Total de Habitantes/Superficie de calles no pavimentadas.
- Permite asociar el conjunto de variables censales que incluye datos sociodemográficos y socio-económicos. En total se cuenta con 170 variables censales.

El espacio urbano de Nuevo Laredo está subdividido para efectos censales en un total de 199 AGEBS. Existe una diferencia importante entre la población por AGEB



y la Población Total. En la cartografía de AGEB se reporta un total de 305,570 habitantes contra un aproximado de 348,387 habitantes registrados en el último conteo de población y vivienda (2005). En conclusión, la estadística poblacional representada por AGEB, solo representa al 87.7% de la población actual de la ciudad. Sin embargo, este problema no afecta de ninguna manera el presente estudio. Porque para los espacios que no cuenten con estos datos poblacionales se pueden utilizar otros criterios de priorización.

La tabla siguiente tiene la utilidad de ayudar a priorizar que áreas deben ser primero pavimentadas en función del número de habitantes por superficie no pavimentada.

Tabla 2. Estadísticas de pavimentación por AGEB en Nuevo Laredo, Tamaulipas (Junio, 2009)

AGEB	Sin pavimentar (m2)	Pavimentado (m2)	Sin Pavimentar (%)	Pavimentado (%)	Población No. de habitantes
280270001133-0	0.00	43,900.44	0.0	100.0	1,653
280270001140-0	0.00	79,570.94	0.0	100.0	1,910
280270001130-7	0.00	145,429.87	0.0	100.0	2,765
280270001915-5	0.00	61,370.42	0.0	100.0	0
280270001209-5	0.00	75,239.46	0.0	100.0	3,895
280270001039-A	0.00	103,589.74	0.0	100.0	2,339
280270001028-1	0.00	109,747.86	0.0	100.0	904
280270001019-2	0.00	99,195.37	0.0	100.0	3,202
280270001145-3	0.00	72,811.58	0.0	100.0	1,268
280270001109-7	0.00	70,323.96	0.0	100.0	1,072
280270001129-4	0.00	79,984.36	0.0	100.0	2,512
280270001139-8	0.00	77,551.11	0.0	100.0	3,148
280270001254-0	0.00	16,995.69	0.0	100.0	91
280270001207-6	0.00	87,409.79	0.0	100.0	5,898
280270001051-0	0.00	101,168.99	0.0	100.0	1,296
280270001050-6	0.00	106,464.63	0.0	100.0	1,306
280270001125-6	0.00	56,168.80	0.0	100.0	1,675
280270001036-6	0.00	91,481.89	0.0	100.0	3,447
280270001116-7	0.00	60,032.04	0.0	100.0	1,935
280270001122-2	0.00	75,773.42	0.0	100.0	2,518
280270001131-1	0.00	55,026.68	0.0	100.0	1,445
280270001132-6	0.00	46,263.23	0.0	100.0	2,009
280270001228-8	0.00	62,744.02	0.0	100.0	1,760
280270001038-5	0.00	91,355.89	0.0	100.0	2,094



AGEB	Sin pavimentar (m2)	Pavimentado (m2)	Sin Pavimentar (%)	Pavimentado (%)	Población No. de habitantes
280270001107-8	0.00	71,544.60	0.0	100.0	1,034
280270001029-6	0.00	87,189.41	0.0	100.0	794
280270001108-2	0.00	55,516.23	0.0	100.0	210
280270001031-3	0.00	95,971.84	0.0	100.0	2,866
280270001043-6	0.00	88,597.21	0.0	100.0	3,437
280270001127-5	0.00	46,651.24	0.0	100.0	769
280270001030-9	0.00	97,429.92	0.0	100.0	1,571
280270001135-A	0.00	62,227.07	0.0	100.0	1,586
280270001134-5	0.00	57,001.28	0.0	100.0	1,211
280270001115-2	0.00	46,109.89	0.0	100.0	1,674
280270001117-1	0.00	59,781.41	0.0	100.0	2,067
280270001119-0	0.00	56,222.22	0.0	100.0	1,633
280270001143-4	0.00	40,832.65	0.0	100.0	2,874
280270001138-3	0.00	47,363.94	0.0	100.0	2,233
280270001112-9	0.00	55,006.80	0.0	100.0	1,718
280270001142-A	0.00	40,315.71	0.0	100.0	1,092
280270001908-P	0.00	7,587.68	0.0	100.0	0
280270001024-3	0.00	74,101.90	0.0	100.0	1,720
280270001110-A	0.00	65,373.02	0.0	100.0	1,787
280270001120-3	0.00	67,029.76	0.0	100.0	2,619
280270001032-8	0.00	84,702.84	0.0	100.0	3,043
280270001124-1	1.14	61,744.80	0.0	100.0	2,556
280270001906-P	360.29	177,491.65	0.2	99.8	0
280270001150-4	158.95	76,450.99	0.2	99.8	614
280270001137-9	149.31	60,303.56	0.2	99.8	2,136
280270001078-A	226.00	71,326.66	0.3	99.7	639
280270001210-8	270.43	65,754.93	0.4	99.6	4,284
280270001080-7	623.36	129,526.95	0.5	99.5	1,509
280270001040-2	562.48	98,948.78	0.6	99.4	2,030
280270001206-1	524.71	87,430.75	0.6	99.4	3,762
280270001136-4	314.30	49,723.54	0.6	99.4	1,640
280270001909-5	131.35	20,208.77	0.6	99.4	0
280270001126-0	463.99	62,972.43	0.7	99.3	737
280270001025-8	800.98	98,483.45	0.8	99.2	1,666
280270001149-1	718.83	80,652.73	0.9	99.1	641
280270001153-8	1,026.05	86,817.06	1.2	98.8	1,173
280270001118-6	843.59	61,826.02	1.3	98.7	2,080
280270001128-A	690.60	46,917.21	1.5	98.5	1,829
280270001201-9	1,199.90	68,698.18	1.7	98.3	2,228
280270001159-5	1,138.17	62,870.70	1.8	98.2	1,043
280270001141-5	1,615.90	78,834.19	2.0	98.0	2,702
280270001250-2	2,856.37	109,661.00	2.5	97.5	4,587
280270001012-0	1,766.81	62,116.98	2.8	97.2	1,694



AGEB	Sin pavimentar (m2)	Pavimentado (m2)	Sin Pavimentar (%)	Pavimentado (%)	Población No. de habitantes
280270001121-8	2,537.75	85,355.62	2.9	97.1	1,781
280270001072-2	3,438.25	114,097.12	2.9	97.1	155
280270001186-2	8,727.87	274,618.05	3.1	96.9	422
280270001111-4	1,844.33	55,172.37	3.2	96.8	2,172
280270001049-3	3,195.34	94,664.99	3.3	96.7	2,004
280270001903-P	7,475.74	199,071.18	3.6	96.4	0
280270001151-9	4,645.45	122,115.86	3.7	96.3	1,198
280270001208-0	2,105.87	45,756.06	4.4	95.6	2,857
280270001152-3	5,029.21	107,269.21	4.5	95.5	2,228
280270001070-3	11,172.72	226,499.38	4.7	95.3	0
280270001023-9	4,672.92	86,378.31	5.1	94.9	3,655
280270001161-2	6,372.34	97,559.86	6.1	93.9	4,911
280270001147-2	2,058.02	31,316.84	6.2	93.8	1,147
280270001229-2	4,914.76	74,607.48	6.2	93.8	1,288
280270001105-9	4,557.88	63,329.45	6.7	93.3	2,411
280270001101-0	3,499.97	45,904.66	7.1	92.9	1,482
280270001106-3	4,242.71	51,046.99	7.7	92.3	1,546
280270001160-8	9,573.53	112,374.36	7.9	92.1	6,143
280270001113-3	4,820.72	52,564.83	8.4	91.6	1,765
280270001167-A	5,303.93	56,975.62	8.5	91.5	0
280270001187-7	8,835.49	90,776.14	8.9	91.1	20
280270001123-7	6,245.87	62,912.37	9.0	91.0	1,904
280270001076-0	10,946.28	99,122.40	9.9	90.1	378
280270001081-1	17,330.76	153,973.30	10.1	89.9	4,275
280270001071-8	14,988.21	119,834.68	11.1	88.9	3,069
280270001184-3	28,256.00	223,331.73	11.2	88.8	4,746
280270001146-8	18,200.17	140,142.75	11.5	88.5	2,634
280270001148-7	7,138.53	48,992.91	12.7	87.3	2,115
280270001075-6	10,572.85	69,517.93	13.2	86.8	2,966
280270001103-A	7,051.24	41,195.74	14.6	85.4	1,324
280270001914-S	34,633.84	192,083.90	15.3	84.7	0
280270001104-4	8,625.32	44,745.37	16.2	83.8	1,207
280270001102-5	17,682.52	91,529.87	16.2	83.8	4,503
280270001239-6	17,676.82	86,767.72	16.9	83.1	5,261
280270001154-2	15,831.22	72,035.35	18.0	82.0	774
280270001182-4	5,603.08	24,230.40	18.8	81.2	5
280270001144-9	16,927.09	71,746.53	19.1	80.9	3,455
280270001058-2	24,407.59	103,147.56	19.1	80.9	1,474
280270001014-A	15,960.46	67,289.57	19.2	80.8	2,377
280270001100-6	9,909.30	38,733.61	20.4	79.6	1,649
280270001189-6	6,541.56	25,466.62	20.4	79.6	1,312
280270001227-3	70,240.66	269,453.75	20.7	79.3	0
280270001241-3	17,768.71	65,569.72	21.3	78.7	1,502



AGEB	Sin pavimentar (m2)	Pavimentado (m2)	Sin Pavimentar (%)	Pavimentado (%)	Población No. de habitantes
280270001196-6	36,784.87	131,975.35	21.8	78.2	0
280270001191-3	10,573.32	37,375.05	22.1	77.9	104
280270001068-6	39,885.46	137,657.45	22.5	77.5	0
280270001158-0	34,772.11	113,449.75	23.5	76.5	1,596
280270001185-8	31,847.83	103,411.97	23.5	76.5	4,676
280270001083-0	25,729.71	78,987.34	24.6	75.4	1,846
280270001114-8	14,497.95	42,400.11	25.5	74.5	1,288
280270001204-2	36,553.06	105,386.21	25.8	74.2	6,915
280270001077-5	29,047.69	80,556.17	26.5	73.5	40
280270001240-9	21,549.48	55,607.04	27.9	72.1	1,654
280270001166-5	16,420.25	41,459.05	28.4	71.6	0
280270001096-8	46,143.09	114,203.40	28.8	71.2	0
280270001905-P	792.19	1,959.91	28.8	71.2	0
280270001200-4	26,754.82	61,083.53	30.5	69.5	2,061
280270001099-1	21,927.52	47,595.97	31.5	68.5	1,562
280270001168-4	18,961.74	35,094.76	35.1	64.9	1,722
280270001222-0	27,097.01	44,484.48	37.9	62.1	1,176
280270001253-6	18,378.89	28,110.09	39.5	60.5	720
280270001199-A	31,606.85	47,487.35	40.0	60.0	2,273
280270001255-5	6,907.19	8,913.10	43.7	56.3	5,403
280270001202-3	115,858.90	136,008.70	46.0	54.0	0
280270001224-A	57,296.76	63,152.15	47.6	52.4	2,577
280270001205-7	49,645.28	53,293.60	48.2	51.8	5,420
280270001214-6	34,396.42	30,589.58	52.9	47.1	3,518
280270001904-P	80,302.48	69,461.28	53.6	46.4	0
280270001203-8	80,647.49	67,830.32	54.3	45.7	7,238
280270001188-1	41,194.08	34,476.11	54.4	45.6	238
280270001223-5	46,107.51	38,249.15	54.7	45.3	4,991
280270001257-4	23,229.92	17,988.86	56.4	43.6	42
280270001230-5	71,341.26	51,910.27	57.9	42.1	2,757
280270001084-5	22,200.51	13,393.92	62.4	37.6	0
280270001156-1	14,112.37	8,186.29	63.3	36.7	160
280270001079-4	88,958.54	48,896.83	64.5	35.5	407
280270001183-9	212,434.46	115,694.57	64.7	35.3	0
280270001256-A	19,556.43	10,493.41	65.1	34.9	24
280270001216-5	64,833.58	34,528.54	65.2	34.8	1,753
280270001238-1	14,258.23	7,373.08	65.9	34.1	438
280270001231-A	60,939.93	25,434.88	70.6	29.4	3,774
280270001088-3	104,465.94	43,355.81	70.7	29.3	936
280270001220-1	72,829.43	29,723.73	71.0	29.0	2,661
280270001192-8	98,579.02	39,788.89	71.2	28.8	797
280270001221-6	53,320.63	21,514.80	71.3	28.7	1,221
280270001162-7	57,402.62	20,603.83	73.6	26.4	129



AGEB	Sin pavimentar (m2)	Pavimentado (m2)	Sin Pavimentar (%)	Pavimentado (%)	Población No. de habitantes
280270001197-0	48,523.26	15,486.72	75.8	24.2	1,425
280270001089-8	109,107.35	31,628.41	77.5	22.5	1,007
280270001198-5	65,576.30	17,074.97	79.3	20.7	2,251
280270001082-6	95,335.15	23,725.36	80.1	19.9	1,523
280270001218-4	78,546.82	18,320.22	81.1	18.9	802
280270001913-5	126,685.05	29,347.44	81.2	18.8	0
280270001065-2	56,464.41	12,331.65	82.1	17.9	1,062
280270001236-2	84,863.11	17,239.02	83.1	16.9	404
280270001063-3	124,297.33	23,128.47	84.3	15.7	267
280270001242-8	84,433.42	14,607.18	85.3	14.7	535
280270001219-9	66,539.26	10,933.95	85.9	14.1	1,712
280270001086-4	108,977.69	15,999.75	87.2	12.8	418
280270001232-4	4,646.68	676.19	87.3	12.7	39
280270001245-1	56,350.20	7,354.67	88.5	11.5	1,384
280270001087-9	117,832.20	12,893.71	90.1	9.9	957
280270001225-4	58,389.24	5,754.58	91.0	9.0	1,587
280270001165-0	76,296.96	6,383.86	92.3	7.7	1,134
280270001912-S	29,392.12	2,107.05	93.3	6.7	0
280270001233-9	36,018.64	2,576.71	93.3	6.7	539
280270001902-P	104,776.38	6,702.88	94.0	6.0	0
280270001234-3	52,682.25	3,192.87	94.3	5.7	2,332
280270001190-9	27,514.96	1,661.21	94.3	5.7	0
280270001163-1	67,911.15	4,003.67	94.4	5.6	222
280270001244-7	44,345.89	118.56	99.7	0.3	591
280270001193-2	41,693.87	85.12	99.8	0.2	26
280270001211-2	203,301.92	185.72	99.9	0.1	79
280270001164-6	71,834.53	47.38	99.9	0.1	647
280270001212-7	50,144.08	0.00	100.0	0.0	424
280270001918-S	1,201.86	0.00	100.0	0.0	0
280270001237-7	12,778.18	0.00	100.0	0.0	76
280270001917-S	4,588.01	0.00	100.0	0.0	0
280270001097-2	174,334.98	0.00	100.0	0.0	8
280270001901-P	2,620.50	0.00	100.0	0.0	0
280270001226-9	54,396.28	0.00	100.0	0.0	1,048
280270001247-0	4,439.46	0.00	100.0	0.0	50
280270001098-7	113,129.76	0.00	100.0	0.0	39
280270001243-2	81,236.43	0.00	100.0	0.0	623
280270001252-1					282
280270001907-P	0.00	0.00			0
280270001916-S	0.00	0.00			0
280270001911-S	0.00	0.00			0
280270001910-S	0.00	0.00			0
280270001251-7	0.00	0.00			9



AGEB	Sin pavimentar (m2)	Pavimentado (m2)	Sin Pavimentar (%)	Pavimentado (%)	Población No. de habitantes
280270001235-8	0.00	0.00			62
280270001246-6	0.00	0.00			144
280270001920-S	0.00	0.00			0
280270001919-S	0.00	0.00			0
TOTALES	4,617,179.03 m2	11,113,146.58 m2	29.35 %	70.65 %	305,570 habitantes



COSTOS DE PAVIMENTACION POR COLONIA

Dado que la unidad espacial conocida por la comunidad y las autoridades municipales es la “Colonia”, se decidió estimar los costos utilizando este polígono. Los costos finales resultan de multiplicar los costos promedio⁵ por la superficie de calles sin pavimentar.

El desglose de costos por colonia queda como siguen en la Tabla 3. En este caso, se hace la aclaración de que existe el problema de falta de nombres de colonias (nuevo polígonos en total), aunque si se cuenta con los polígonos limítrofes de las mismas. Esto puede ser corroborado en el mapa digital, a fin de editarlo y hacer las correcciones pertinentes. Sin embargo, cada polígono es independiente y corresponde a una colonia en la ciudad, por lo que las estimaciones no se ven afectadas.

Tabla 3. Costos de Pavimentación por Colonia en Nuevo Laredo, Tamaulipas (Junio, 2009)

Colonias	Sin Pavimentar (m2)	Pavimentado (m2)	Asfalto (pesos)	Concreto Hidráulico (pesos)
1 DE MAYO	80,359.82	78,873.59	33,178,962.07	42,038,632.11
150 ANIVERSARIO	183,357.87	54,140.64	75,704,798.60	95,920,004.10
20 DE NOVIEMBRE	961.14	53,544.96	396,835.90	502,801.69
ALIANZA PARA LA PRODUCCION	6,355.93	98,825.79	2,624,235.14	3,324,976.09
ALIJADORES	11,565.62	15,911.79	4,775,211.12	6,050,320.17
ALTAVISTA	425.23	31,569.52	175,568.96	222,450.57
AMERICA	45,577.22	11,649.39	18,817,923.42	23,842,812.14
AMERICA 1	116,509.49	457,810.33	48,104,438.23	60,949,609.50
AMERICO VILLARREAL GUERRA VOLUNTAD Y TRABAJO 1	63,985.15	99,771.99	26,418,187.49	33,472,549.95
ANAHUAC	0.00	37,372.79	0.00	0.00
ANAHUAC SUR	3,794.47	15,079.96	1,566,661.60	1,985,002.14
ANEXO REFORMA URBANA	83,432.24	22,427.05	34,447,503.25	43,645,907.71
ARTURO CORTES VILLADA O VOLUNTAD Y TRABAJO 2	66,994.31	68,512.40	27,660,609.89	35,046,732.34
ARTURO VEGA SANCHEZ	37,113.52	33,393.39	15,323,431.79	19,415,197.81
BELLAVISTA	10,450.82	60,825.38	4,314,936.21	5,467,139.56
BERTHA DEL AVELLANO	18,556.60	133,957.55	7,661,647.77	9,707,512.59
BLANCA NAVIDAD	0.00	0.00	0.00	0.00

⁵Los costos promedios son: 412.88 pesos por metro cuadrado con asfalto y de 523.13 pesos por metro cuadrado de concreto hidráulico



Colonias	Sin Pavimentar (m2)	Pavimentado (m2)	Asfalto (pesos)	Concreto Hidráulico (pesos)
BONITO TOBOGANES	20,842.61	205,364.87	8,605,497.64	10,903,395.62
BUENA VISTA	16,435.36	399,524.38	6,785,830.20	8,597,828.31
BUENOS AIRES	0.00	104,345.05	0.00	0.00
BUROCRATAS	439.99	29,082.74	181,663.07	230,171.97
C.N.O.P.	4,693.49	21,766.80	1,937,848.56	2,455,305.95
CAMPESTRE	30,090.64	231,085.10	12,423,824.27	15,741,317.55
CENTRO	0.00	591,431.90	0.00	0.00
CLAUDET	16,369.88	659.77	6,758,795.64	8,563,574.80
COLINAS DEL SUR	40,418.79	251,340.02	16,688,110.02	21,144,281.61
CONCORDIA	29,413.60	102,261.34	12,144,287.58	15,387,137.09
CONSTITUCIONAL	175,061.67	14,810.66	72,279,463.55	91,580,013.00
DANIEL HERNANDEZ ISAIS	19,881.21	18,072.87	8,208,555.22	10,400,458.96
DEL MAESTRO	7,885.55	28,278.26	3,255,784.65	4,125,166.20
DEL VALLE	0.00	10,826.23	0.00	0.00
EL CAPORAL	36,886.23	8,606.21	15,229,587.06	19,296,294.02
EL CAPULIN	75,377.61	0.00	31,121,908.86	39,432,290.69
EL NOGAL	2,846.32	37,972.16	1,175,188.60	1,488,995.38
EL REMOLINO	8,915.63	36,022.08	3,681,086.14	4,664,034.57
ELECTRICISTAS	8,188.20	62,013.01	3,380,742.36	4,283,490.97
EMILIANO ZAPATA	47,021.01	23,063.99	19,414,034.61	24,598,100.96
ENRIQUE CARDENAS GONZALEZ	126,060.56	126,398.35	52,047,882.77	65,946,059.18
FERROCARRIL	0.00	70,977.74	0.00	0.00
FERROCARRILERA (OBRERA)	2,415.61	36,774.46	997,356.64	1,263,677.54
FINSA	226.00	61,769.56	93,309.23	118,225.29
FOVISSSTE ALAZANAS	1,792.34	37,955.01	740,019.69	937,624.73
FRANCISCO VILLA	410,558.84	237,808.57	169,511,533.45	214,775,645.45
GONZALEZ (ANAHUAC)	0.00	18,164.01	0.00	0.00
GRANJAS ECONOMICAS	323,162.26	121,179.18	133,427,232.67	169,055,871.50
GRANJAS GUZMAN	119,897.36	12,833.37	49,503,221.17	62,721,904.89
GRANJAS REGINA	255,959.71	67,194.95	105,680,646.30	133,900,204.66
GRANJAS TREVINO	159,036.77	52,577.65	65,663,103.25	83,196,907.58
GUERRERO	2,202.28	318,721.80	909,276.13	1,152,077.17
GUERREROS DEL SOL	43,833.92	118.69	18,098,149.30	22,930,839.09
HACIENDA L. LONGORIA	1,880.62	55,667.13	776,469.15	983,807.17
HIDALGO	1,721.86	320,949.61	710,923.21	900,758.71
HIPODROMO	2,275.44	134,872.06	939,484.91	1,190,352.50
INDEPENDENCIA	0.00	51,943.27	0.00	0.00
INFONAVIT BENITO JUAREZ	15,945.87	224,418.48	6,583,730.39	8,341,762.45
INFONAVIT FUNDADORES	6,976.02	406,502.45	2,880,258.31	3,649,364.30
INSURGENTES	0.00	0.00	0.00	0.00
ISSSTE	5,612.54	95,078.45	2,317,304.69	2,936,087.00
J F M M	0.00	21,695.92	0.00	0.00
JARDIN	883.30	214,696.23	364,697.73	462,081.78
JARDIN JUVENTUD	4,259.88	11,603.13	1,758,820.49	2,228,472.59
JESUS GARCIA (ANAHUAC)	0.00	31,799.36	0.00	0.00
JUAREZ	1,026.47	227,914.44	423,808.11	536,976.20
LA ESPERANZA	0.00	47,823.98	0.00	0.00



Colonias	Sin Pavimentar (m2)	Pavimentado (m2)	Asfalto (pesos)	Concreto Hidráulico (pesos)
LA FE	10,669.66	88,334.79	4,405,287.57	5,581,617.14
LA JOYA	14,497.95	21,209.96	5,985,913.60	7,584,312.58
LA PAZ	36,550.00	137,864.43	15,090,764.41	19,120,402.02
LA SANDIA	37,442.00	124,855.09	15,459,053.79	19,587,034.51
LAGOS	42,908.08	106,675.90	17,715,887.24	22,446,502.84
LAS ALAMEDAS	0.00	16,249.46	0.00	0.00
LAS ALAZANAS	70,325.90	11,360.83	29,036,157.18	36,789,587.54
LAS TORRES	7,528.79	129,500.41	3,108,488.47	3,938,538.01
LOMA BONITA	0.00	35,008.27	0.00	0.00
LOMAS DEL PONIENTE	878.59	27,573.86	362,750.59	459,614.69
LOMAS DEL REY	16,907.98	0.00	6,980,965.54	8,845,070.01
LOMAS DEL RIO	8,720.91	106,947.98	3,600,687.67	4,562,167.56
LOMAS DEL ROSARIO	0.00	0.00	0.00	0.00
LONGORIA	6,083.68	41,236.57	2,511,830.62	3,182,556.56
LOS ALAMOS	8,467.40	130,234.35	3,496,020.94	4,429,552.01
LOS ARCOS	55,962.53	2,751.94	23,105,811.04	29,275,680.41
LOS ARTISTAS	65,001.95	0.00	26,838,004.29	34,004,469.06
LOS COLORINES	7,644.58	9,250.47	3,156,292.54	3,999,107.04
LOS ENCINOS	40,785.85	100,180.31	16,839,660.10	21,336,299.62
LOS FRESNOS-CIRUELOS	31,178.36	221,501.25	12,872,920.45	16,310,334.42
LOS GARZA	37,516.97	19,846.42	15,490,004.51	19,626,249.90
LOS PRESIDENTES	206,264.44	79,991.67	85,162,461.57	107,903,115.97
LOS TOBOGANES	8,885.45	31,076.66	3,668,623.77	4,648,244.41
LUIS DONALDO COLOSIO	0.16	46,765.52	64.82	82.13
MADERO	7,907.27	321,974.17	3,264,753.64	4,136,530.16
MANUEL CAVAZOS LERMA	46,935.22	37,204.44	19,378,613.22	24,553,221.12
MATAMOROS	0.00	167,995.11	0.00	0.00
MEXICO	1,514.16	39,675.42	625,166.79	792,103.04
MILITAR	10.61	52,391.15	4,379.83	5,549.36
MIRADOR	0.00	145,836.35	0.00	0.00
MORELOS	3,195.34	49,409.86	1,319,292.39	1,671,578.74
NACIONES UNIDAS	169,417.34	30,694.57	69,949,032.17	88,627,294.12
NUEVA ERA	152,120.53	164,384.47	62,807,524.43	79,578,812.86
NUEVA ESPANA	3,708.90	0.00	1,531,331.04	1,940,237.38
NUEVO BAYITO	44,995.20	39,687.46	18,577,618.59	23,538,339.50
NUEVO PROGRESO	87,461.37	233,784.74	36,111,051.27	45,753,667.53
Nuevos Desarrollos 1	134,282.45	314,971.58	55,442,536.30	70,247,175.98
Nuevos Desarrollos 2	0.00	37,589.13	0.00	0.00
OJO CALIENTE	0.00	38,878.93	0.00	0.00
PALACIOS	5,401.46	153,525.07	2,230,155.63	2,825,666.82
PATIOS DEL F. F. C. C.	0.00	11,020.84	0.00	0.00
PENA BENAVIDES	630.71	56,174.73	260,407.54	329,943.32
PEDREGAL	8,161.88	2,672.28	3,369,878.67	4,269,726.38
POSTAL	0.00	8,977.49	0.00	0.00
PRIMAVERA	24,705.52	98,365.66	10,200,414.68	12,924,198.15
REFORMA URBANA	52,762.32	17,581.89	21,784,507.92	27,601,554.03
RIO BRAVO	11,352.47	115,781.38	4,687,206.99	5,938,816.58
RIVERAS DEL BRAVO	14,780.23	88,971.08	6,102,461.36	7,731,981.72



Colonias	Sin Pavimentar (m2)	Pavimentado (m2)	Asfalto (pesos)	Concreto Hidráulico (pesos)
ROMA	0.00	19,346.78	0.00	0.00
ROMA 2	0.00	27,348.53	0.00	0.00
ROSITA	0.00	35,307.01	0.00	0.00
S A S	0.00	30,316.36	0.00	0.00
SAN ANDRES	25,806.84	3,514.70	10,655,128.51	13,500,332.73
SAN JOSE	314.30	55,334.53	129,767.77	164,419.24
SAN RAFAEL	0.00	103,407.89	0.00	0.00
SANTIAGO M. BELDEN	16,493.24	0.00	6,809,728.11	8,628,107.59
SIN NOMBRE 1	0.00	7,647.83	0.00	0.00
SIN NOMBRE 2	52,104.21	20,584.85	21,512,785.40	27,257,274.33
SIN NOMBRE 3	7,602.20	37,832.32	3,138,796.75	3,976,939.41
SIN NOMBRE 4	320,496.06	0.00	132,326,412.43	167,661,102.82
SIN NOMBRE 5	75,443.48	44,171.24	31,149,104.02	39,466,747.69
SIN NOMBRE 6	38,694.60	27,721.98	15,976,224.38	20,242,303.48
SIN NOMBRE 7	15,358.62	22,298.37	6,341,268.26	8,034,556.45
SIN NOMBRE 8	11,385.41	38,529.22	4,700,807.67	5,956,049.01
SIN NOMBRE 9	11,648.07	101.43	4,809,256.38	6,093,456.43
SISTEMAS MERLIN	4,734.81	56,644.64	1,954,907.11	2,476,919.59
SOLIDARIDAD 1	3,406.86	48,414.73	1,406,625.18	1,782,231.72
SOLIDARIDAD 2	1,353.45	32,088.39	558,810.37	708,027.68
TAMAULIPAS	32,415.01	18,670.47	13,383,509.74	16,957,264.70
UNIDAD NACIONAL	20,549.77	41,256.51	8,484,588.62	10,750,200.66
UNION	605.45	30,712.08	249,976.54	316,726.97
UNION DEL RECUERDO	50,603.29	35,796.33	20,893,087.61	26,472,100.67
VALLES DEL PARAISO	5,908.43	25,788.11	2,439,473.40	3,090,878.03
VICENTE MENDOZA	13,958.05	11,988.37	5,763,000.10	7,301,875.22
VICTORIA	232.56	99,530.77	96,019.37	121,659.11
VILLAS DE LA CONCORDIA	1,218.71	23,265.23	503,179.75	637,542.19
VILLAS DE LA FE	4,211.87	22,657.36	1,738,996.06	2,203,354.51
VILLAS DE SAN MIGUEL	5,427.58	373,433.00	2,240,937.99	2,839,328.36
VILLAS DEL SOL	4,082.60	41,682.41	1,685,625.13	2,135,732.11
VIRREYES	26,117.94	6,890.08	10,783,576.72	13,663,080.04
VIVEROS	2,305.19	289,101.42	951,766.43	1,205,913.52
VIVEROS 2	0.06	59,049.20	25.60	32.43
VOLUNTAD Y TRABAJO 3	81,725.33	46,654.90	33,742,752.60	42,752,969.79
VOLUNTAD Y TRABAJO 4	56,485.69	42,777.71	23,321,810.45	29,549,357.44
ZARAGOZA	690.60	62,228.58	285,135.34	361,274.10
ZONA DE TOLERANCIA	19,247.02	5,794.04	7,946,708.79	10,068,692.53
Area Total en Colonias	5,150,126.34m²	12,021,483.07m²	\$ 2,126,384,162.85	\$ 2,694,185,591.72
Área Fuera de Colonias	21,265.35m²	396.19 m²	\$ 8,780,037.70	\$ 11,124,542.54
Gran Total	5,171,391.69 m²	12,021,879.26 m²	2,135,164,200.55 pesos	2,705,310,134.26 pesos

Es muy importante destacar que los costos promedios utilizados para la ciudad de Nuevo Laredo incluyen todos aquellos relacionados a la carpeta asfáltica e incluyendo guarnición. No están incluidos los costos referentes a cambios de tomas y descargas. Sin embargo, se recomienda altamente que el municipio estime un costo promedio y se recalculen las tablas de costos en función de las superficies estimadas en este reporte, adicionando costos extras o en función de un nuevo costo promedio negociado en sus procesos de licitación.

Considerando un escenario donde se alcance la cobertura faltante de pavimentación para el 100 por ciento de las calles no pavimentadas para la ciudad de Nuevo Laredo, las cifras totales requeridas serían las mostradas en el cuadro 4.

Cuadro 4. Escenarios de costos de pavimentación para la ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas.

Costos	Asfalto (pesos)	Concreto Hidráulico (pesos)
155 polígonos de colonias	\$ 2,126,384,162.85	\$ 2,694,185,591.72
Áreas fuera de colonias	\$ 8,780,037.70	\$ 11,124,542.54
Sin considerar polígono “sin nombre No. 4”	\$1,994,057,750.42	\$ 2,526,524,488.9

Fuente: Elaborado por Quantum Hidroplaneación (2009)

Queda la ciudad subdividida en 155 polígonos de colonias y dos más detectados como nuevos desarrollos y que se consideran como áreas fuera de colonias. Además, se destaca la existencia de la colonia etiquetada en la base de datos de este proyecto como “Sin nombre 4”. Lo anterior porque en este polígono se detectó traza urbana que indica que está por experimentar desarrollo urbano en corto plazo. Sin embargo, su desarrollo es incipiente: pocas viviendas y poca población. La información desarrollada en este proyecto ayudará al desarrollo de diferentes



escenarios de costos, así como en la priorización de los programas de pavimentación.

En este proyecto y para ayudar a las autoridades correspondientes a decidir sobre las áreas prioritarias para pavimentación se generó toda la cartografía correspondiente a cada análisis; estos son:

- Mapa de calles pavimentadas y no pavimentadas por Colonia;
- Mapa de calles pavimentadas y no pavimentadas por AGEB;
- Mapa de costos de pavimentación con asfalto por Colonia;
- Mapa de costos de pavimentación con concreto hidráulico por colonia y
- mapa de estadísticos de pavimentación por colonia.

Estos mapas se anexan en diversos formatos: shapes, proyectos ArcGIS (mxd), archivos jpg y archivos pdf.

A fin de estimar el presupuesto de pavimentación se desarrollaron dos tablas generadoras de costos; mismas que fueron diseñadas con todos sus conceptos y con el fin de que puedan ser utilizadas como una opción o modelo y posteriormente actualizadas. De tal forma que se consideraron dos opciones: Asfalto y Concreto Hidráulico. En Nuevo Laredo actualmente se está pavimentando mayormente con asfalto, quedando la opción del concreto para algunos segmentos de avenidas importantes, así como cruceros. Es necesario enfatizar las ventajas y desventajas de estas dos opciones, mismas que se muestran a continuación.

**TABLAS GENERADORAS DE COSTOS DE PAVIMENTACIÓN**

Tabla 4. Tabla Generadoras de Costos para Asfalto

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1	PARAMETRO PAVIMENTACION CON CONCRET ASFALTICO EN CALLE DE 100.00 METROS DE LARGO Y 12.00 METROS E ANCHO				
1.1	PARTIDA UNICA				
IMI-00704	TRAZO Y NIVELACION CON EQUIPO TOPOGRAFICO ESTABLECIENDO EJES DE REFERENCIA Y BANCOS DE NIVEL, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	ML	100.00	27.12	2,712.00
IMI-00702	CORTE, CARGA Y ACARREO DE MATERIAL FUERA DE LA OBRA, A 10 KM, VOLUMEN MEDIDO COMPACTO, INCLUYE: CARGA A MAQUINA Y DESCARGA A VOLTEO.	M3	360.00	55.04	19,814.40
IMI-00414	TRATAMIENTO DE TERRACERIAS DE 20.0 CM DE ESPESOR COMPACTADAS AL 95 % DE SU P.V.S.M.	M3	240.00	35.00	8,400.00
IMI-00415	SUMINISTRO Y FORMACIÓN DE CAPA SUB-BASE, CON MATERIAL CALIZO DE BANCO TIPO CALICHE T.M.A. DE 2" EN CAPAS CON ESPESOR DE 20 CM, COMPACTADO AL 95% DE SU P.V.S.M. VOLUMEN MEDIDO COMPACTO, CONSIDERAR: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, TENDIDO, NIVELACION Y HUMECTACION.	M3	240.00	220.00	52,800.00
MI-00693	SUMINISTRO Y FORMACIÓN DE CAPA BASE, CON MATERIAL CALIZO DE BANCO TIPO CALICHE T.M.A. DE 1 1/2" EN CAPAS CON ESPESOR DE 20.0 CM, COMPACTADO AL 95% DE SU P.V.S.M. VOLUMEN MEDIDO COMPACTO, INCLUYE: TENDIDO, NIVELACION, HUMECTACION, MATERIALES, EQUIPO, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	M3	240.00	225.00	54,000.00
IMI-00306	CONSTRUCCION DE GUARNICION DE SECCION TRAPEZOIDAL DE 12.0 CM DE CORONA, 20.0 CM DE BASE Y 36.0 CM DE ALTO, CONCRETO PREMEZCLADO F'c=200 KG/CM2, COLADA EN TRAMOS DE 3.00 M, ACABADO CON VOLTEADOR, INCLUYE: CIMBRADO CON FORMAS METALICAS, COLADO, DESCIMBRADO, LIMPIEZA Y RESANE FINAL DELA GUARNICION, MATERIALES, EQUIPO, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	ML	200.00	196.34	39,268.00
IMI-00303	SUMINISTRO Y COLOCACION DE RIEGO DE IMPREGNACION CON ASFALTO FM-1 A RAZON DE 1.3 A 1.5 LT/M2.	M2	1,200.00	14.38	17,256.00
IMI-00703	CONSTRUCCION DE CARPETA ASFALTICA DE 6.0 CM DE ESPESOR COMPACTOS, INCLUYE: MEZCLA, RIEGO DE LIGA CON ASFALTO FR-3 A RAZON DE 0.5 LT/M2, FLETE, TENDIDO Y COMPACTADO.	M2	1,200.00	230.00	276,000.00
				SUB-TOTAL	470,250.40
				I.V.A.	47,025.04
				TOTAL	517,275.44
					\$431.06
	PRECIO POR METRO CUADRADO				

NOTA: PARA EL CORTE SE CONSIDERO UN ESPESOR DE 30.0 CM DE ESPESOR.
Elaborado por Quantum Hidroplaneación (2009)



Tabla 5. Tabla Generadoras de Costos para Concreto Hidráulico.

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1.00	PARAMETRO PAVIMENTACION CON CONCRETO HIDRAULICO EN CALLE DE 100.00 M DE LARGO Y 12.00 M DE ANCHO.				
1.10	PARTIDA UNICA				
IMI-00704	TRAZO Y NIVELACION CON EQUIPO TOPOGRAFICO ESTABLECIENDO EJES DE REFERENCIA Y BANCOS DE NIVEL, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	ML	100.00	27.12	2,712.00
IMI-00702	CORTE, CARGA Y ACARREO DE MATERIAL FUERA DE LA OBRA, A 10 KM, VOLUMEN MEDIDO COMPACTO, INCLUYE: CARGA A MAQUINA Y DESCARGA A VOLTEO.	M3	360.00	55.04	19,814.40
IMI-00414	TRATAMIENTO DE TERRACERIAS DE 20.0 CM DE ESPESOR COMPACTADAS AL 95 % DE SU P.V.S.M.	M3	240.00	35.00	8,400.00
IMI-00415	SUMINISTRO Y FORMACIÓN DE CAPA SUB-BASE, CON MATERIAL CALIZO DE BANCO TIPO CALICHE T.M.A. DE 2" EN CAPAS CON ESPESOR DE 20 CM, COMPACTADO AL 95% DE SU P.V.S.M. VOLUMEN MEDIDO COMPACTO, CONSIDERAR: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, TENDIDO, NIVELACION Y HUMECTACION.	M3	240.00	220.00	52,800.00
IMI-00306	CONSTRUCCION DE GUARNICION DE SECCION TRAPEZOIDAL DE 12.0 CM DE CORONA, 20.0 CM DE BASE Y 36.0 CM DE ALTO, CONCRETO PREMEZCLADO F'c=200 KG/CM2, COLADA EN TRAMOS DE 3.00 M, ACABADO CON VOLTEADOR, INCLUYE: CIMBRADO CON FORMAS METALICAS, COLADO, DESCIMBRADO, LIMPIEZA Y RESANE FINAL DELA GUARNICION, MATERIALES, EQUIPO, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	ML	200.00	196.34	39,268.00
IMI-00416	CONSTRUCCION DE LOSA DE CONCRETO HIDRAULICO DE 15.0 CM DE ESPESOR CON CONCRETO PREMEZCLADO MR=45, CON TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO DE 1 1/2", INCLUYENDOLE AIRE EN UN VALOR DE 5% Y UN REVENIMIENTO DE 8 CM (±2) AL COLADO, REFORZADA CON FIBRA DE POLIPROPILENO, INCLUYE PASAJUNTAS CON VARILLA LISA DE 3/4" DE DIAMETRO DE 40 CM DE LONGITUD @ 30 CM CON CASQUILLO DE 7/8" DE POLIDUCTO DE 5 CM DE LONGITUD PREVIAMENTE ENGRASADO Y CELOTEX DE 1/2" EN CADA JUNTA DE EXPANSION @ 28 M, PASAJUNTAS CON VARILLA LISA DE 3/4" DE DIAMETRO DE 30 CM DE LONGITUD @ 45 CM EN JUNTAS DE CONSTRUCCION @ 7 M, PASAJUNTA CON VARILLA CORRUGADA DE 1/2" DE 71 CM DE LONGITUD @ 60 CM EN LA JUNTA LONGITUDINAL, INCLUYE MEMBRANA DE CURADO COLOR BLANCO BASE AGUA A RAZON DE 1/4 LT/M2 CON ROCEADOR MANUAL, ASERRADO CON CORTADORA DE 1/4" @ 3.5 M EN JUNTAS DE CONTRACCION Y CONSTRUCCION, SELLADO CON MATERIAL ELASTOMERICO, INCLUYE CONCRETO. LOS MODULOS O LOSAS DEBERAN DE SER CUADRADAS O EN SU DEFECTO LA RELACION LARGO ENTRE ANCHO DEBERA SER ENTRE 0.71 Y 1.40, LA MAYOR LONGITUD RECOMENDADA DEBE SER SIMILAR AL ANCHO DE UN CARRIL, ES DECIR, 3.00 M COMO MAXIMO 4.50 M, EVITANDO QUE LA RODADA DE LOS VEHICULOS COINCIDA CON LAS JUNTAS LONGITUDINALES	M2	1200.00	315.62	37,874.00
				SUB-TOTAL	501738.40
				I.V.A.	50173.84
				TOTAL	551912.24

PRECIO POR METRO CUADRADO = \$459.93

PARA EL CORTE SE CONSIDERO UN ESPESOR DE 30.0 CM DE ESPESOR.

NOTA:

459.93

Elaborado por Quantum Hidroplaneación (2009)



CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

La implementación de la metodología, misma que ya ha sido probada en las ciudades de Reynosa y Mamaros, el uso del software, así como las características espectrales y espaciales de la Imagen satelital y las condiciones geográficas de la Ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas nos permite llegar a las siguientes conclusiones.

- En general, la ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas cuenta con estadísticas de pavimentación que la ubican al parecer por arriba de las condiciones promedio de las ciudades fronterizas y con cobertura mayor de pavimentación que las ciudades de Reynosa y Matamoros. Contando con un 69.9 por ciento de su superficie en calles pavimentada. Se estima que el 70 % de las calles están pavimentadas con asfalto y el resto de alguna combinación de concreto. Solo un 30.1 por ciento resta por cubrir con algún tipo de pavimento. En resumen se contabilizó un total de 17.1 millones de metros cuadrados (Mm²) de calles, de los cuales 5.1 Mm² no cuentan con algún tipo de pavimento.
- Se realizó una subdivisión de la superficie de calles. Primero, se generaron estadísticas relacionadas a un conjunto de 155 polígonos de colonias registradas por el INEGI en su cartografía censal utilizada en el conteo del 2005. 9 polígonos de los 155 relacionados a colonias no cuentan con nombre en su tabla de datos.
- En función de los costos promedios estimados (412.88 pesos/m² de asfalto y 523.13 pesos/m² de concreto hidráulico) se calculó, que para pavimentar el 100 % de la superficie en calles dentro de colonias se requerirían 1.9 mil millones de pesos en el caso de la opción de asfalto y de 2.5 mil millones de pesos para pavimentar con concreto hidráulico. Se enfatiza que los costos promedios no incluyen los cambios de tomas y descargas. Los programas actuales de pavimentación contemplan asfaltar un 70 por ciento de las calles



con la opción de Asfalto y un 30 por ciento o menos con material de concreto.

- Entendiendo la dificultad de pensar un esquema de pavimentación del 100 % de la superficie en calles, la metodología empleada brinda la posibilidad de generar cartografía para priorizar los programas de pavimentación, resaltando aquellas zonas que requieren atención urgente. Como queda representado en los mapas 3 y 4.
- La tecnología empleada en este proyecto, basada en programas especializados de Sistemas de Información Geográfica (Arc/View 9.2 y ENVI 4.4) y la implementación de imágenes de alta resolución espacial brindan fuertes posibilidades a la ciudad de Nuevo Laredo de implementarla en sus programas de pavimentación así como en otros programas relacionados a infraestructura y equipamiento urbano.
- La resolución espacial (60 centímetros) y radiométrica (4 bandas) del sensor Quick Bird para la ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas, permitió aplicar el algoritmo y metodologías propuestas de clasificación espectral de calles pavimentadas y sin pavimentar. Además, el contar con una alta resolución espacial permitió una supervisión visual entre la imagen y los resultados a fin de mejorar la aproximación del método. Lo anterior no quita la importancia de poder corroborar en campo la información.
- La naturaleza de los datos tales como alto contenido de vegetación, confusión entre pavimentación y superficie no pavimentada, así como por una superficie heterogénea de las calles pavimentadas, la alta carga vehicular, etc. produjeron información que generó ruido en las estimaciones. Sin embargo, en el ambiente vectorial y en la plataforma de Arc GIS se pudieron disolver los polígonos para homogenizar los resultados. Esto es, por ejemplo que la copa de árboles que esté sobre una calle no pavimentada se convierta en esta última clase. Que los vehículos transitando por las calles



adopten el valor del polígono mayor adyacente. Finalmente se obtuvieron superficies homogéneas de calles pavimentadas y no pavimentadas.

- El método propuesto en conjunto con la calidad de los datos brindan una buena aproximación del problema de pavimentación en su contexto espacial, con la ventaja de que puede ser fácilmente actualizado, incluso recalculado.
- El ambiente de Sistemas de Información Geográfica brinda la posibilidad de generar más cartografía para la ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas; así como la conexión de otros indicadores, socioeconómicos y ambientales en un ambiente geo-referenciado. Además de que el sistema está listo para seleccionar y recalcular sectores prospectos a ser pavimentados.
- La fecha de la imagen (agosto del 2008), correspondió a la información disponible en la empresa proveedora GTT de México. Sin embargo, la actualización de la información derivada es relativamente fácil de realizar, con la adquisición de una nueva imagen y la implementación de la metodología de este reporte.
- Las tablas generadoras de costos pueden ser consideradas como un modelo a seguir para recalcular costos y los ejemplos mostrados no corresponden a los de Nuevo Laredo, Tamaulipas.

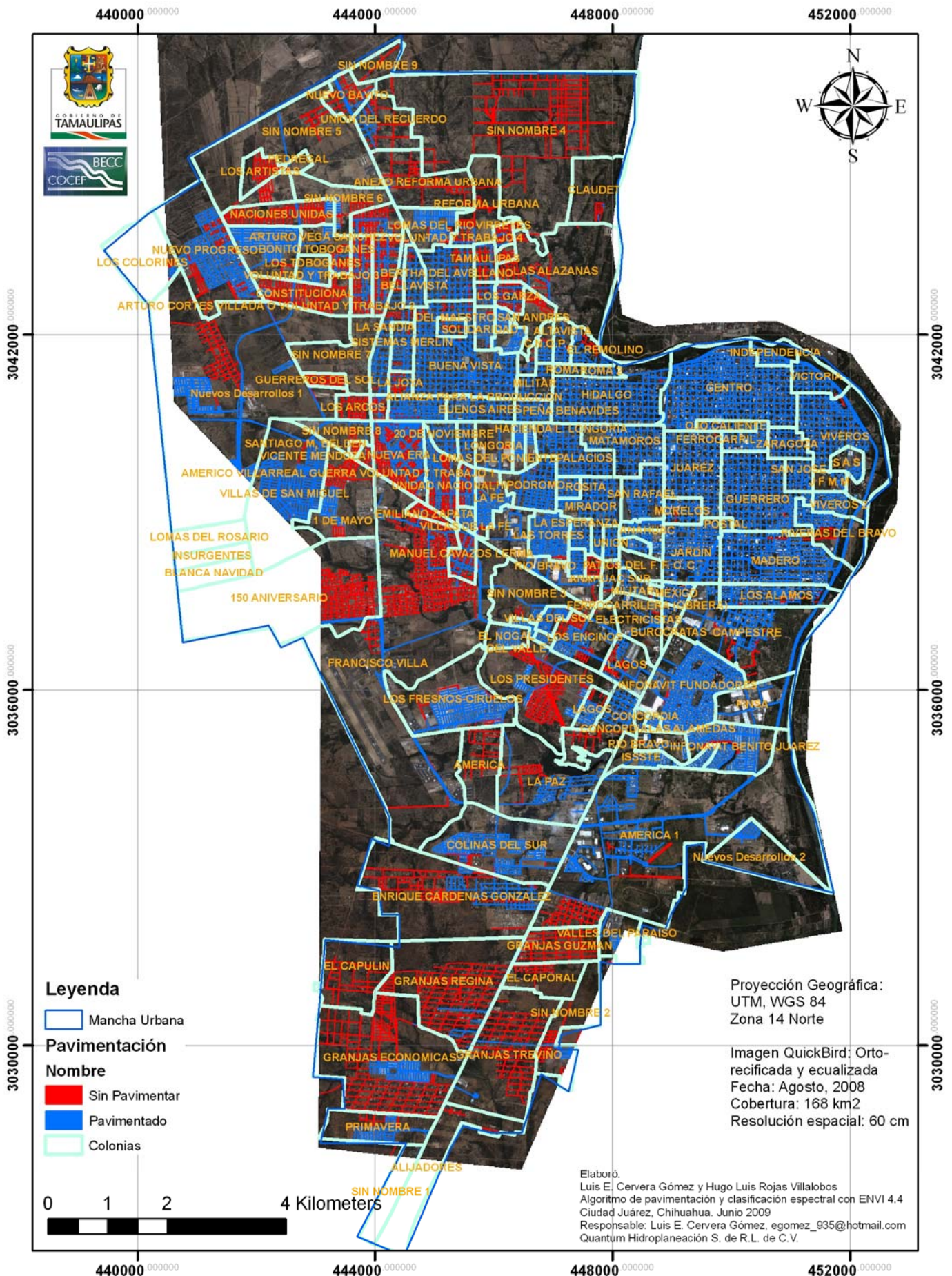


REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

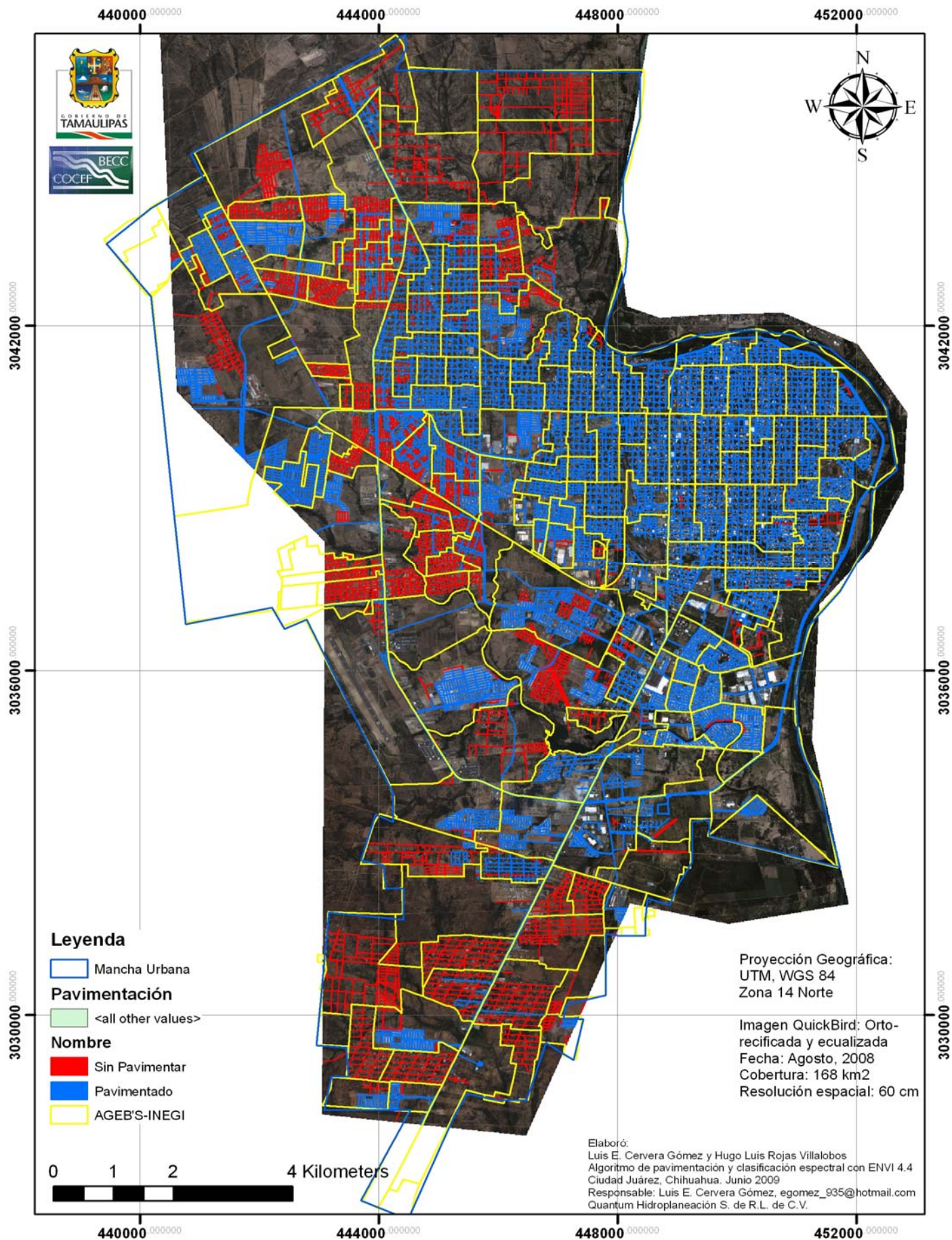
- BECC-NADB, 2008. Border Environment Cooperation Commission Air Quality and Street Paving Project in Nuevo Laredo, Tamaulipas. Board Document BD 2008-43; BECC Certification Document. December 16.
- Canada Center for Remote Sensing (2008). Optical Imaging Systems Information Extraction from High Resolution Satellite Images. Available in http://nrcan.gc.ca/optic/high/infoext_e.php
- COCEF, 2003. Programa Integral de Pavimentación y Calidad del Aire del Estado de Baja California. Documento disponible en: http://www.cocef.org/aproyectos/excomBajaCalifornia2003_04esp.htm
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). De la población en México 2005-2050. <http://www.conapo.gob.mx/oocifras/pry/localidad.xls>
- Gao and L. Wu. **NETWORKS IN URBAN AREAS FROM IKONOS IMAGERY BASED ON SPATIAL REASONING**. School of Geography and Environmental Science, University of Auckland, Auckland, New Zealand. jg.gao@auckland.ac.nz
- Guindon, B., 1997. Computers-Based Aerial Image Understanding: A Review and Assessment of its Application to Planimetric Information Extractation from Very High Resolution Satellite Images. Canadian Journal of Remote Sensing, Vol. 23, p.p. 38-47.
- Hernandez et al (2000). Relación entre consultas a urgencias por enfermedad respiratoria y contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua. Salud Pública de México/ Vol. 42, no. 4, julio-agosto 2000.
- Herold, et al (2008). Spectrometry and hyperspectral Remote Sensing of Urban Road Infraestructure. 29 pp. Disponible en: <http://satjournal.tcom.ohiou.edu/pdf/herold.pdf>
- INEGI (2005). XVII Censo de Población y Vivienda. IRIS-SCINCE, Nuevo Laredo, Tamaulipas.
- Jensen J.R., and Cowen, D.C. 1999. Remote sensing of Urban/suburban infrastructure and socio-economic attributes, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 65(5):611-622.
- Quatrochi, D.A. and Weng, Q. 2007. Urban Remote Sensing. CRC Press. Taylor & Francis Group. 412 pp.
- Nuevo Laredo Tamaulipas. Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010 www.nuevolaredo.gob.mx/ciudad
- Silvia Alvarez, 26-02-2009. Solicitan paciencia por pavimentación. El Mañana. <http://www.elmanana.com.mx> consultado el 3 de junio del 2009.
- Usher, J.M. (2000). Remote Sensing applications in transportation modeling, Remote Technology Centers Final Report, <http://www.rstc.msstate.edu/publications/proposal1999-2001.html>
- Western Research Institute (2003). Pavement Construction and Maintenance Applications for Remote Sensing. June 2, 25 pp.



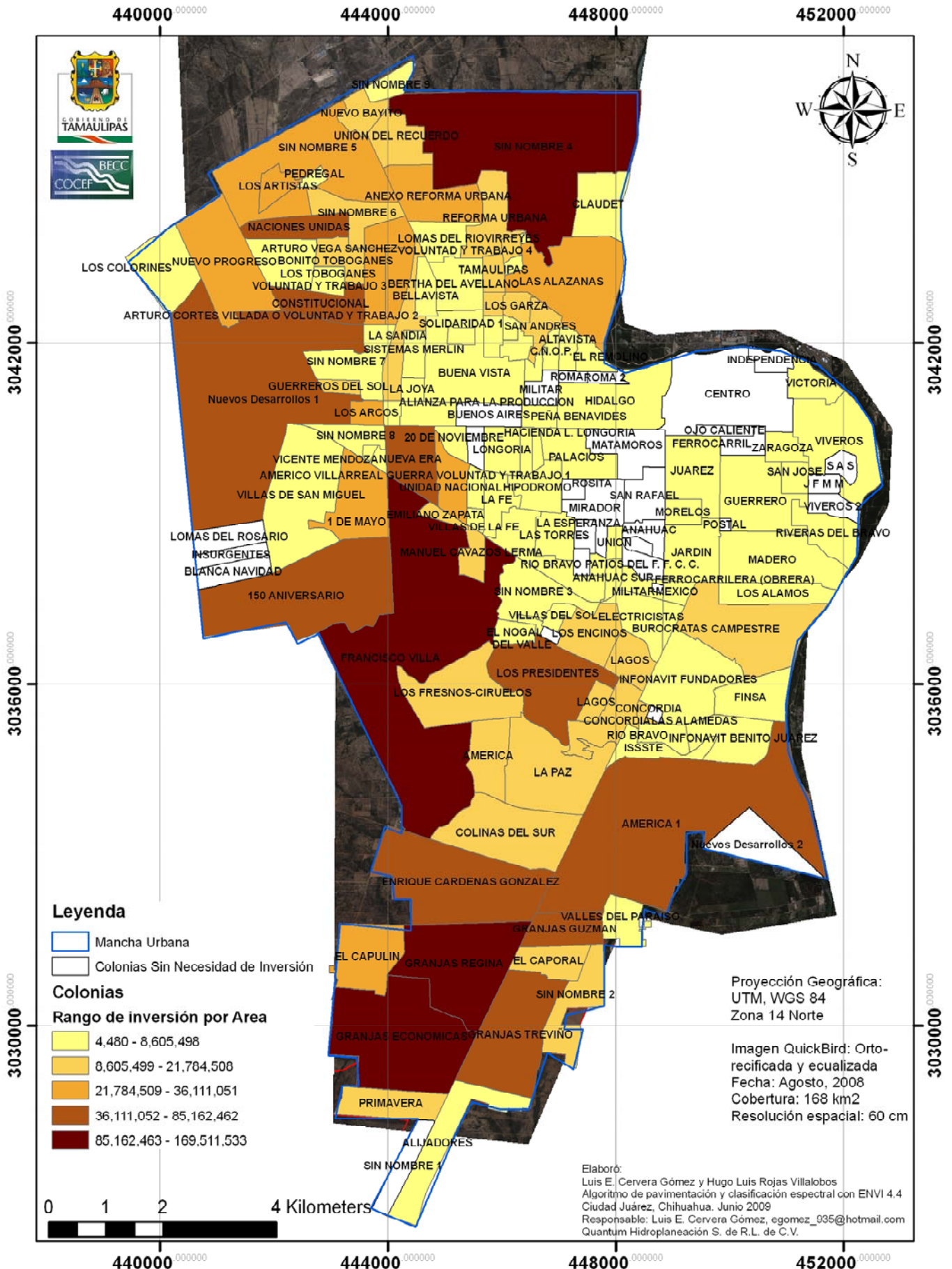
ANEXO: MAPAS DE PAVIMENTACIÓN DE NUEVO LAREDO, TAMAULIPAS



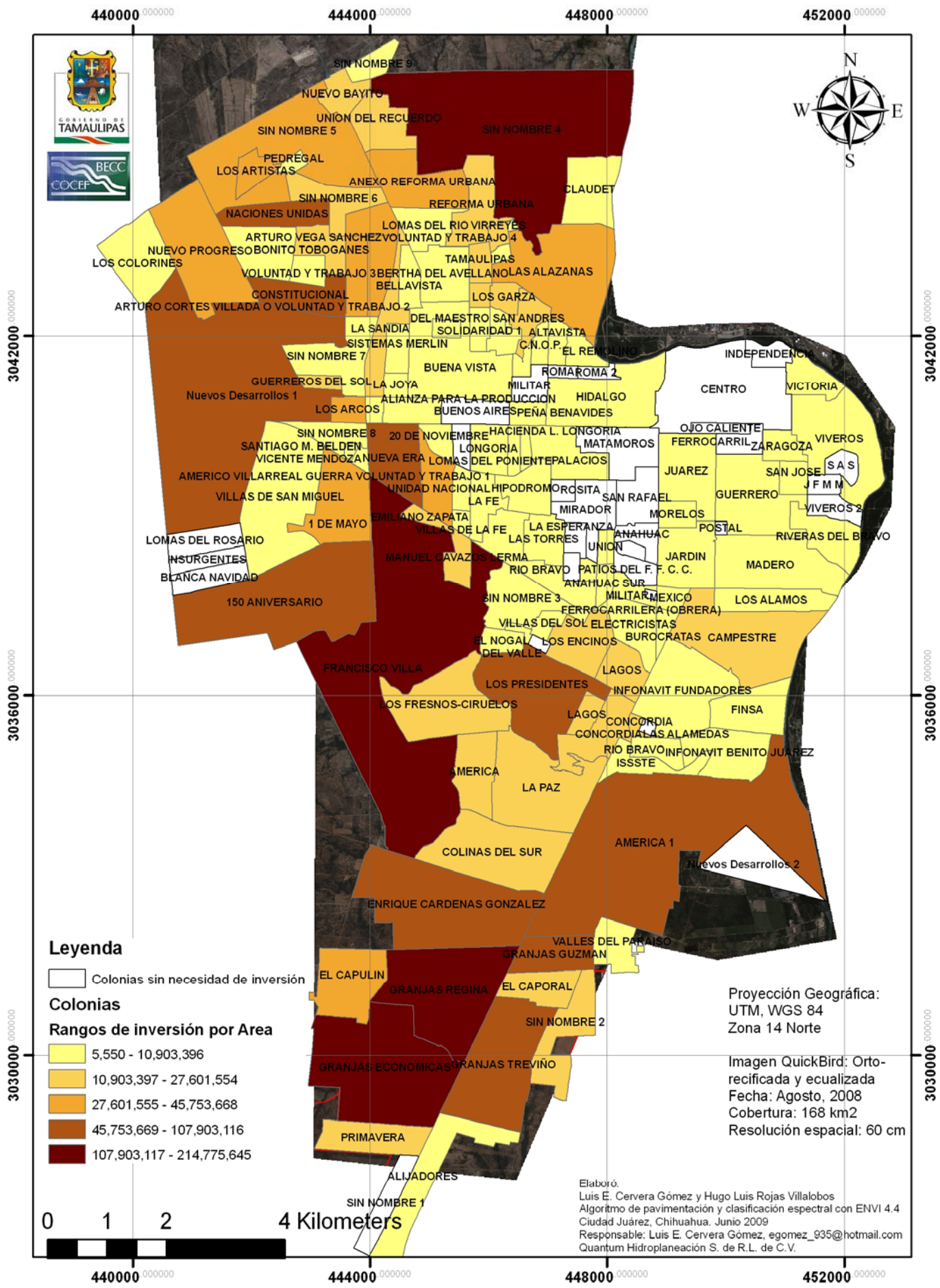
Mapa 1. Condiciones de pavimentación por Colonia en Nuevo Laredo, Tamaulipas.
Calculadas con imagen satelital Quick Bird de agosto, 2008



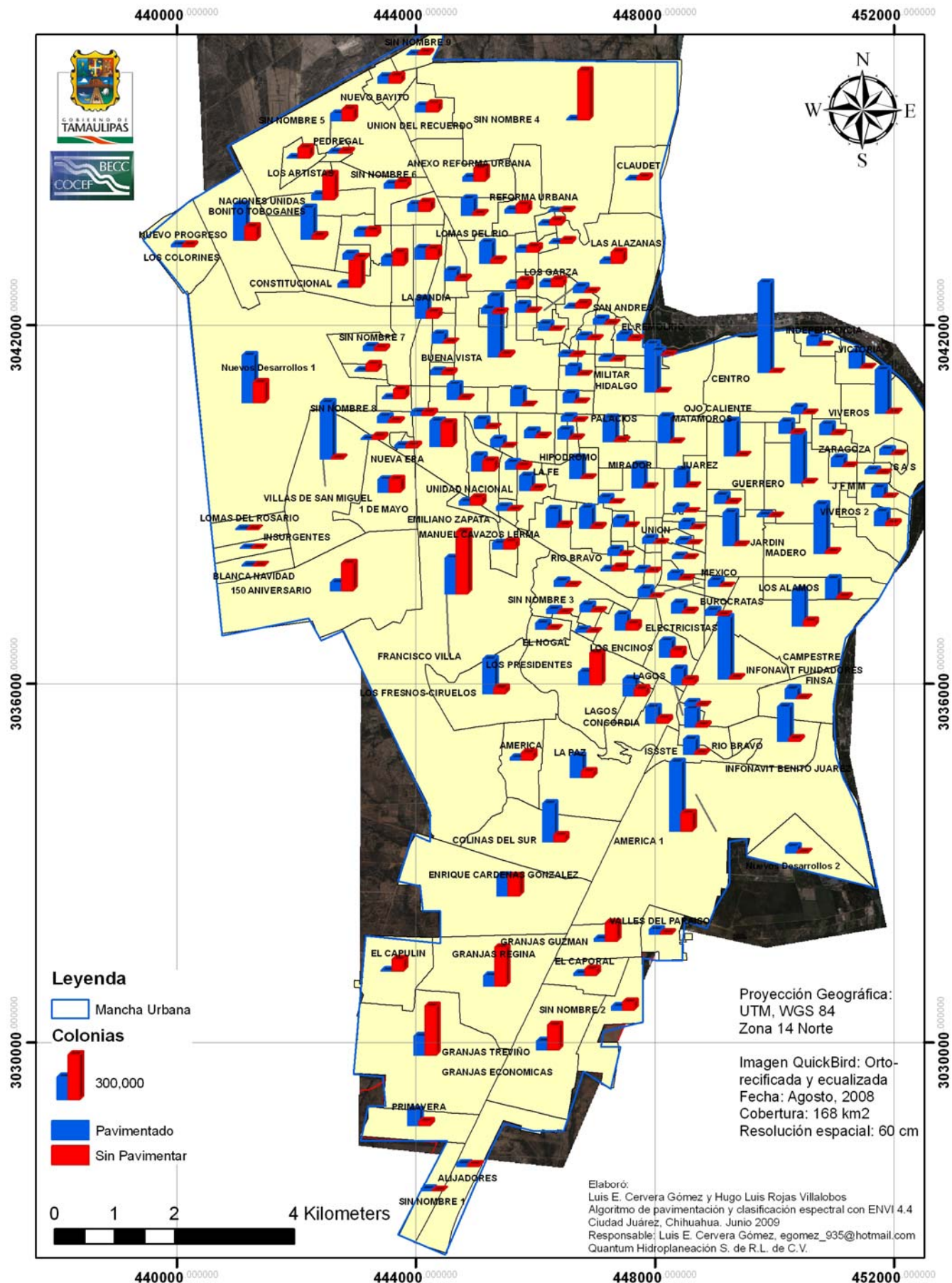
Mapa 2. Condiciones de pavimentación por AGEB en Nuevo Laredo, Tamaulipas.
Calculadas con imagen satelital Quick Bird de agosto, 2008



Mapa 3. Costo de pavimentación con Asfalto, estimado por Colonias en Nuevo Laredo, Tamaulipas; costo por m² = 412.88 pesos



Mapa 4. Costo de pavimentación con Concreto Hidráulico, estimado por Colonias en Nuevo Laredo, Tamaulipas; costo por m² = 523.13 pesos



Mapa 5. Superficie pavimentada y sin pavimento por Colonia en Nuevo Laredo, Tamaulipas. Calculada con Imagen Satelital QuickBird, Agosto 2008

En el desarrollo de este trabajo se agradece la colaboración de:

Mtro. Tomás Balarezo Vásquez
COCEF

De la Dirección de Obras Públicas de Nuevo Laredo, Tamaulipas:
Ing. Alfredo Hernández Requejo
Ing. Martín Guerrero Sánchez

Nora Reyes Villegas

Y un especial agradecimiento a la COCEF