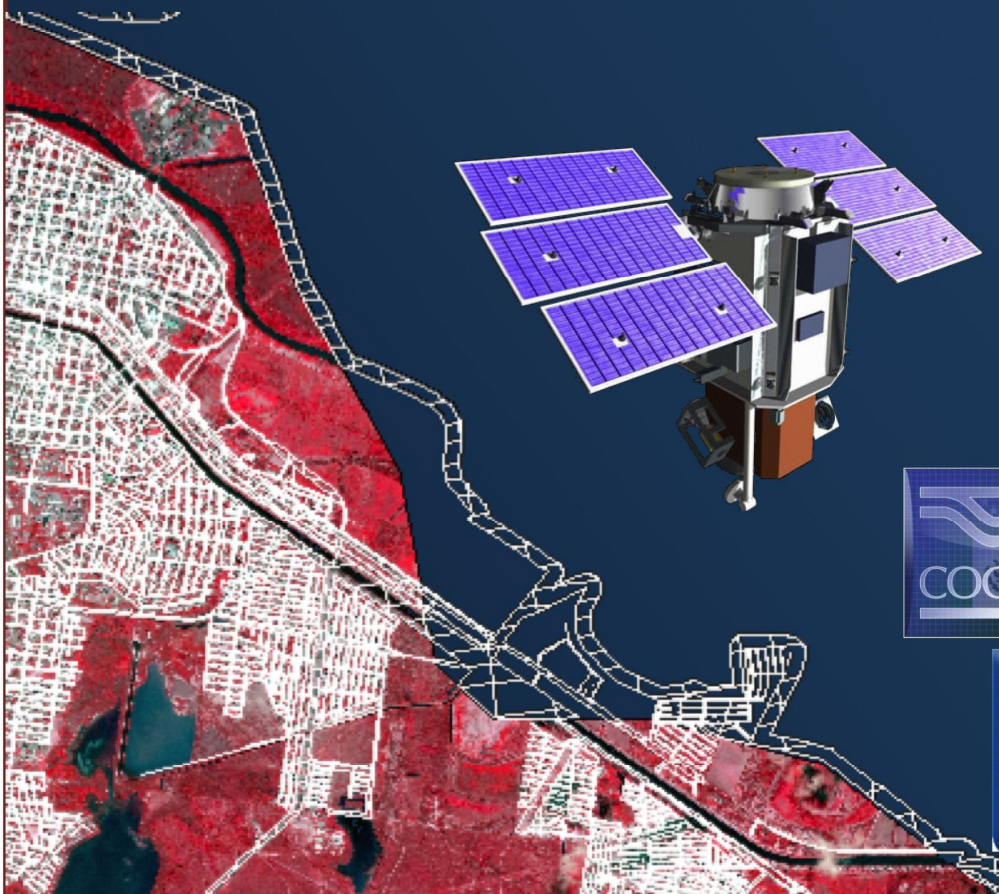


Diagnósticos de Necesidades de Pavimentación por Imágenes Satelitales para Nogales, Sonora.

Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF)
Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano (SIDUR), Gob. Edo. de Sonora



Diagnósticos de Necesidades de Pavimentación por Imágenes Satelitales para Nogales, Sonora.

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: 978-607-8021-31-4



© 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 Nogales, Sonora / 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. 52 p.; 27 cm.

Incluye bibliografía

ISBN: 978-607-8021-31-4



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 Nogales. 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 – Nogales, Sonora - Diagnósticos
2. Pavimentación – Nogales, Sonora - Inversiones
3. Pavimentación – Nogales, Sonora – Planificación

HT169.N64 S6544 2011

Contenido

	<i>Pag.</i>
Introducción	5
Principales hallazgos del diagnóstico	7
Objetivos	8
Nogales, Sonora	9
Antecedentes sobre pavimentación	12
Impactos	13
Metodología	16
Resumen de Resultados	22
Resultados: Costos y Estadísticas	23
Tablas de resultados por Colonia	25
Estadísticas por AGEB	29
Costos de pavimentación por Colonia	35
Estimación de precios unitarios	40
Conclusiones y consideraciones finales	43
Referencias Bibliográficas	46
Anexo Mapas Pavimentación	48

INTRODUCCIÓN

El presente “Diagnóstico de Necesidades de Pavimentación por Imágenes Satelitales para la ciudad de **“Nogales, Sonora”**”; forma parte del Programa Estatal de Diagnósticos Satelitales para Necesidades de Pavimentación del estado de Sonora; que es producto de la coordinación interinstitucional entre la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) y el Gobierno del Estado de Sonora para conocer las necesidades de pavimentación y establecer estrategias con un alto nivel de precisión, utilizando herramientas tecnológicas de última generación como lo son las imágenes satelitales. Este programa incluye las ciudades que espacialmente se ubican dentro del territorio y ámbito de acción binacional de la COCEF, mismo que para el caso de México cubre hasta 300 kilómetros al sur de la línea divisoria con los Estados Unidos. Este “Programa Estatal de Diagnósticos Satelitales para Necesidades de Pavimentación” del estado de Sonora incluye 12 ciudades inicialmente, que son: Hermosillo; Nogales; Agua Prieta; Cananea; San Luis Río Colorado; Sonoyta; Magdalena; Puerto Peñasco; Caborca; Santa Ana; Nacozari de García e Imuris.

El programa fue financiado a partes iguales por la COCEF y el Gobierno del estado de Sonora; este esquema permitió la programación exclusiva de la toma de imágenes satelitales con fecha muy reciente, algunas de ellas incluso del año 2011, lográndose así, un análisis actual e innovador en la ejecución de este programa. 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 de las ciudades de Matamoros/Brownsville al este (ver Figura 1).

En la frontera Sonora-Arizona, Destacan por su tamaño poblacional y su condición de ciudades geográficamente ligadas a ciudades estadounidenses, las ciudades de Nogales y Agua Prieta, Sonora. En el Estado de Chihuahua se ubican dos fronteras importantes, ciudad Juárez/ El Paso, Texas y Ojinaga/Presidio, Texas.

Al norte del estado de sonora encontramos una frontera con un dinamismo que destaca por su actividad comercial, industrial y turística la ciudad de Heroica Nogales, Sonora, mejor conocida como Nogales, gracias a su posición geográfica, se ha desarrollado potencialmente el sector de industria y servicios, puerta principal al mercado estadounidense.

De tal suerte que la ciudad de Nogales, Sonora queda dentro de los objetivos y lineamientos de proyectos relacionados al mejoramiento de indicadores ambientales y sociales con certificación de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) y financiamiento por el Banco de Desarrollo de América del Norte (NadBank).

Uno de los problemas ambientales más importantes 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 propone realizar un inventario del estado actual de pavimentación en las calles de la ciudad de Nogales. Dicho inventario de calles con su estatus de pavimentación contará con sub-unidades espaciales conocidas como Áreas Geo estadísticas Básicas así como por Colonias. Para lograrlo, se utilizará una imagen satelital del sensor de alta resolución espacial (50 cm./pixel) conocido como World View

2 en combinación de un algoritmo de Sistemas de Información Geográfica, mismo que fue desarrollado originalmente para la ciudad de Reynosa, Tamaulipas, también ya aplicado en Matamoros, Nuevo Laredo, Ciudad Victoria y Hermosillo, Sonora.

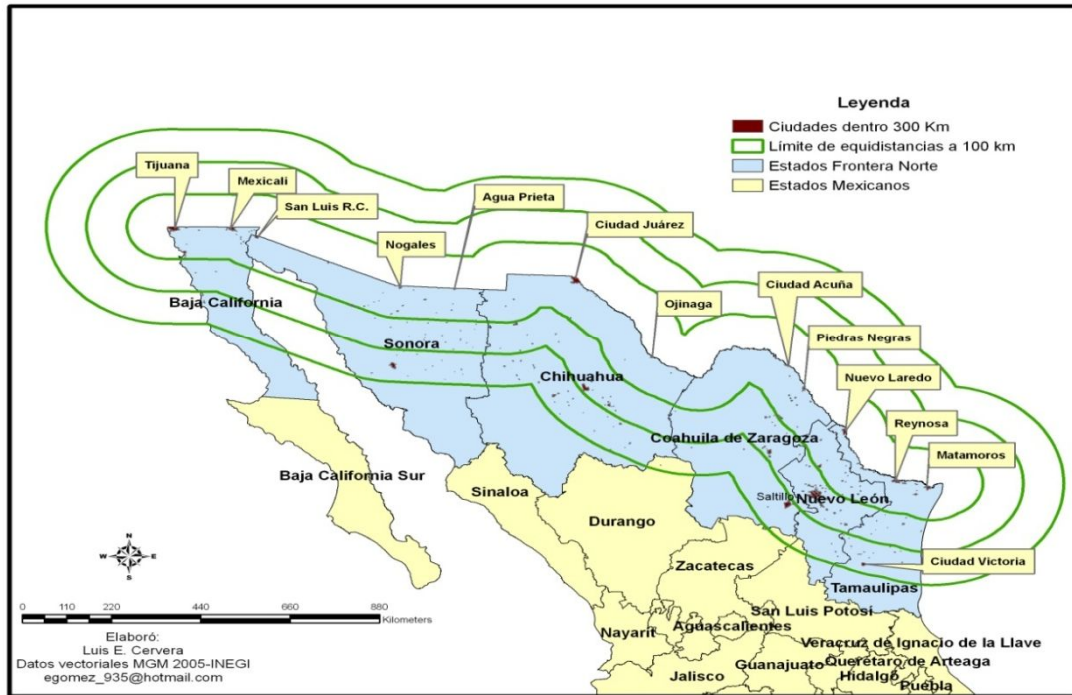


Figura 1. Frontera México Estados Unidos, Ciudades Fronterizas

PRINCIPALES HALLAZGOS DEL DIAGNOSTICO

Los resultados principales indican que Nogales, Sonora cuenta con una superficie total de calles estimada en **6,098,099.07** metros cuadrados, de las cuales un total de **3,989,108.98** tienen algún tipo de carpeta ya sea asfáltica o de concreto hidráulico. Se calculó que un **65 %** de las calles están pavimentadas. Debido al análisis que se presenta en lo extenso del reporte, se estima que para el **35%** restante, se indica que no presenta ningún tipo de cobertura de pavimentación, dando como resultado una inversión de **1.56** mil millones de pesos en el caso de la opción de pavimentación de asfalto y de **2.28** mil millones de pesos utilizando cobertura de concreto hidráulico.

Las calles sin pavimentar totalizan una superficie de 2, 108,990.09 metros cuadrados, representando ésta cifra un 35 % de la superficie total de calles. Considerando la población del censo del INEGI 2010 especifica un total de 220,261 habitantes, con estas cifras se puede estimar un indicador de 18.11 m² de superficie pavimentada por habitante.

OBJETIVOS

Objetivo principal:

Estimar las superficies totales de calles sin pavimentar y pavimentadas en la ciudad de Nogales, Sonora; 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 utiliza una imagen satelital de alta resolución espacial, relacionando los resultados tanto, con la población beneficiada como 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 las 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

Demografía, equipamiento y servicios

De acuerdo con el último conteo de Población y Vivienda (2005), la Ciudad de Nogales, Sonora contaba con una población de 192,625 habitantes. En la proyección de población hecha por CONAPO se deduce que al año 2010 la población aproximada sería estimada en 218,948 habitantes. La misma proyección indica un aumento de población aproximado a 297,932 habitantes al año 2030. La población estimada al año 2010 reside en un total 220,261 con 57,675 viviendas habitadas; con una densidad de 3.82 habitantes por vivienda (Censo Población y Vivienda 2010).

En materia de infraestructura urbana y equipamiento de servicios en las viviendas, del SINCE 2005 se tiene que en la ciudad de Nogales, Sonora un 20% de las viviendas habitadas no disponen de agua entubada en la red pública, estas viviendas se encuentran principalmente ubicadas al sur, siendo crítico el AGEB 11566, así como los AGEB's 11119, 10799, 11706, 10765. Se estima además que un 3% de las viviendas habitadas no disponen de drenaje. Son los AGEB's 11782 11566, 11706 y 10799.

Otras cifras indican que el 93% de las viviendas disponen de energía eléctrica. En general el 74% de las viviendas habitadas disponen de agua entubada a la red pública, drenaje y energía eléctrica. En términos del espacio urbano, la cobertura de servicios es regular.

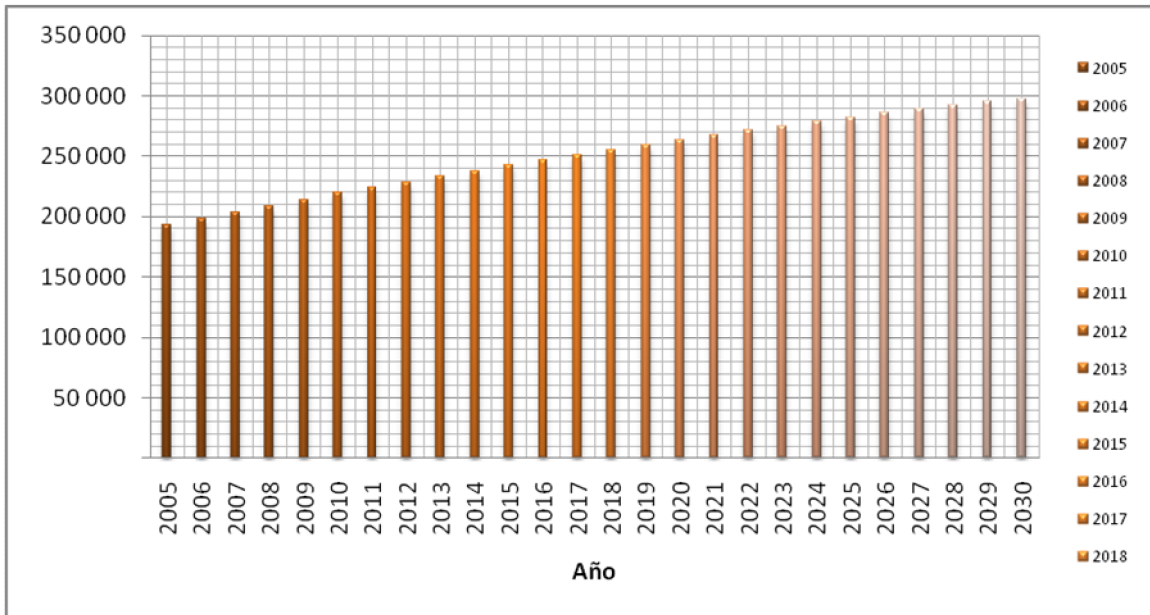


Figura 3. Proyección de población para la Ciudad de Nogales, Sonora

Fuente: Consejo Nacional de Población (CONAPO)

Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (enero 2011)

Conformación urbana: Colonias y AGEB's

La ciudad de Nogales, Sonora se encuentra conformada por 144 polígonos diseñados para levantamiento censal y son conocidos como Áreas Geo estadísticas Básicas (AGEB's). Sin embargo, la cartografía de AGEB's fue creada entre el 2004 y 2005.

Existe un desfase temporal importante en la conformación de los polígonos de Colonias. El archivo de colonias reportada por el INEGI se ha quedado rezagado en cuanto al gran crecimiento o expansión de la mancha urbana. De tal manera que la cartografía del año 2005 reporta un total de 50 colonias con nomenclatura.

En este proyecto se tuvo la necesidad de crear nuevos polígonos de crecimiento urbano para las estimaciones de superficies pavimentadas y sin pavimentar, así como sus costos.

En total se poligonizaron 4 nuevos asentamientos urbanos; estos quedaron distribuidos de la siguiente manera:

Nuevos Desarrollo Este
Nuevos Desarrollo Oeste
Nuevo Desarrollo Sur
Nuevo Desarrollo Centro

Para la creación de estos polígonos de crecimiento solo se utilizó como criterio la poligonización de los límites del nuevo asentamiento, esto es, no necesariamente corresponden a límites de colonias oficiales.

ANTECEDENTES SOBRE PAVIMENTACIÓN

La aplicación de técnicas de percepción remota y el uso de imágenes satelitales de alta resolución espacial permiten la extracción de información sobre las manchas urbanas 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 actualizar inventarios de calles y estimar costos con una buena aproximación.

Para el caso específico de pavimentación, está más que probado que las técnicas de Percepción Remota (PR) tienen 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 geo-referenciada, 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.

En la Ciudad de Nogales, Sonora, se comenzaron dos programas de pavimentación, denominados paquetes PIPCA 3 y 4 con el objetivo de alcanzar 500 mil metros cuadrados de asfalto, de acuerdo al programa de Pavimentación Integral y Calidad del Aire (Pipca), con la que se pretende asfaltar 41 calles de la ciudad.

El alcalde José Ángel Hernández Barajas tuvo como invitado especial al gerente nacional del programa Mejora Tu Calle de CEMEX, Julio Santamaría al dar comienzo a los trabajos de pavimentación de los paquetes PIPCA 3 y 4.

El punto focal que se pretende atacar con los programas de pavimentación es el disminuir el polvo en las calles y mejore el nivel de vida y la salud de los ciudadanos .El director de Obras Públicas, Reynaldo Gutiérrez Gutiérrez, junto con al director de Planeación, Agustín Varela, enumeró las calles y las colonias en donde se harán los trabajos que comprenden estos dos paquetes.

El primer programa abarca 22 calles, invirtiéndose 15 millones 627 mil pesos, de los cuales cuatro millones son de Cemex, para pavimentar 22 mil 146.74 metros cuadrados, en donde especifican el beneficio de 387 familias.

El segundo programa de obras consiste en la pavimentación de 19 calles, integrado por 20 mil 716 metros cuadrados, en donde se invierten aproximadamente 13 millones de pesos.

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 más 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 alta, del orden de más 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} . Del mismo estudio

de salud realizado en Ciudad Juárez encontraron asociaciones positivas entre las concentraciones de PM₁₀ y el número de consultas por asma y enfermedades respiratorias.

Los caminos no pavimentados normalmente propician tiempos de traslado más 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.

Un estudio realizado por la COCEF denominado, **Proyecto de Calidad del Aire y Pavimentación** en la ciudad de Hermosillo, Sonora, propone reducir la contaminación del aire por medio de la pavimentación de calles localizadas dentro de la mancha urbana de la ciudad, esto con el fin de reducir las partículas de polvo suspendidas de un diámetro menor a 10 mm (PM10) y de esta manera mejorar la calidad del aire en la cuenca atmosférica, especificando que el proyecto comprende la pavimentación de un total de 1,602,900 m² de vialidades existentes.

Para el año del 2009, en general las ciudades fronterizas y según la COCEF contaban con un promedio de 52.17 % de vialidades pavimentadas, esto es un 47.83 % sin pavimentar. En el caso específico de Nogales, esta ciudad queda por arriba de la media fronteriza estimada para un total de 23 ciudades. Un reporte del año 2009 indica que la Ciudad de Nogales contaba con un 56.40 % de un total de 1890 vialidades sin pavimentación, reconociéndose a este déficit como un problema estrechamente relacionado a salud pública. Lo anterior implicaba un total de 1,200 calles a nivel de terracerías. Este estudio

indican que las zonas con mayor necesidad de pavimentación se encuentran al noroeste con un 60% y al sureste con el 40 % (Gobierno Mpal. De Nogales, Sonora, 2009).

METODOLOGÍA

Para la estimación de los indicadores de pavimentación que involucran superficie y longitud de calles, así como costos se requiere de la adquisición de imágenes con las características de alta resolución espacial y espectral, ésta metodología se aplicó con éxito en cuatro ciudades de Tamaulipas y utilizando imágenes del sensor satélite Quick Byrd. Estos datos nos brindan un tamaño de pixel de .61 metros; resolución espacial ya probada para el análisis de calles pavimentadas.

Para el caso de Nogales y gracias a los rápidos avances tecnológicos se tuvo la ventaja de un incremento en la resolución espacial con el satélite recién lanzado el 2009, se trata del **World View 2 (WV2)**. La resolución se incrementó a 50 centímetros por pixel. Con este tamaño de píxel se posibilita la aplicación de un algoritmo que puede operar de manera semi-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. Considerando una calle terciaria promedio de 12 metros de ancho por 100 de largo, o bien 1,200 m², con la Imagen WV2 se tienen un total de 24 pixeles de ancho por 200 pixeles de largo, esto es, un total de 4,800 pixeles por calle. El resultado, un valor muy aproximado en la superficie estimada contra la real.

Las estimaciones se realizaron por polígonos de Colonias y por polígonos de Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB's). La imagen inicial requirió un proceso 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 12 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 (dos valores) 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. Dado que evita confundir los valores de píxeles al interior de las manzanas con los píxeles de calles. 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 4.5, software muy avanzado para efectos de clasificación espectral y generación de mapas temáticos. La figura 6 resume el algoritmo para pavimentación.

Satélite/sensor: World View 2

El satélite denominado World View 2 (WV-2) y que fue lanzado el 8 de octubre del año 2009 se considera como el satélite comercial (multiespectral) de la más alta resolución espacial. Opera a una altitud de 770 kilómetros. Las imágenes pancromáticas tiene una resolución de 46 centímetros y 1.84 cm de resolución multiespectral. Sin embargo, para uso comercial fuera del gobierno de los estados unidos, la resolución es re-muestreada a 50 cm. El sistema World View ofrece una alta precisión, agilidad, capacidad y diversidad espectral. Es comercializada por DIGITAL GLOBE.



Figura 4. Satélite World View 2

Tomada de: <http://digitalglobe.com>

La imagen trabajada en este proyecto fue programada a solicitud de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza por la empresa Digital Globe para registrar la ciudad de de Nogales, Sonora el 18 de febrero del 2010. Está conformada por un mosaico de tres escenas cubriendo una superficie total de 150 kilómetros cuadrados (ver Figura 5). El algoritmo general de trabajo se expresa de forma sintetizada en el Figura 6.

La Figura 7, es obtenida de la imagen anteriormente mostrada y nos exhibe un mosaico de la diversidad de condiciones en las calles de Nogales, vigentes al mes de febrero del 2010. 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 7. 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. El proyecto de Arc GIS, puede ser consultado en conjunto con la imagen y los resultados de clasificación satelital. Es posible detectar como la alta resolución espacial de la imagen (4,800 pixeles por calle) ayudó a conformar la calle.

Figura 5. Cobertura de imagen World View de Nogales, Sonora. 18 Febrero del 2010

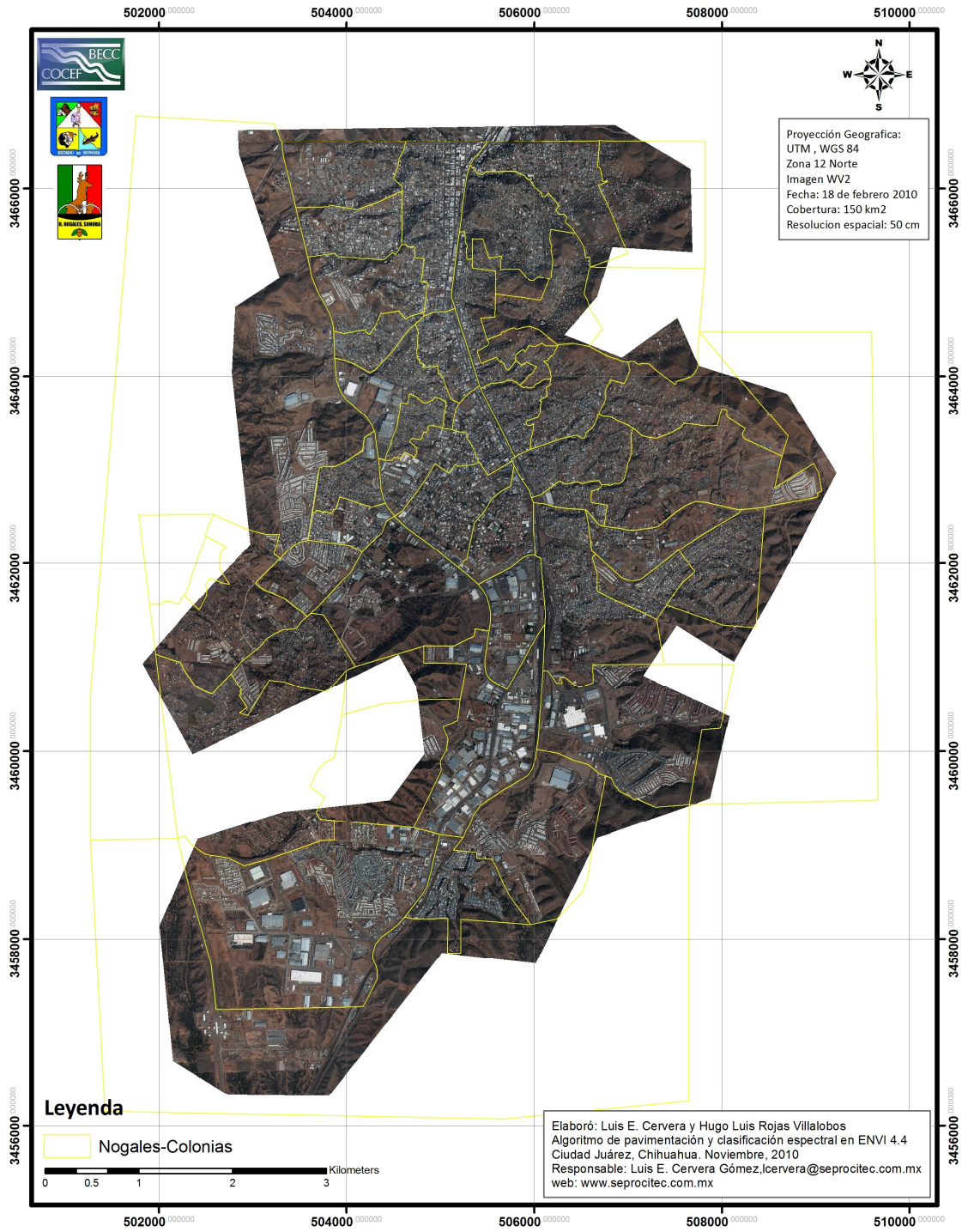


Figura 7. Ejemplos de la diversidad del estatus de pavimentación en Nogales, Sonora.



RESUMEN DE RESULTADOS

El actual diagnóstico de pavimentación de la Ciudad de Nogales, Sonora realizado en este proyecto, puede ser considerado de vanguardia en el uso de la tecnología de percepción remota y de técnicas de análisis espacial aplicadas a una problemática específica urbana. La posibilidad de contar con una imagen satelital de alta resolución espacial (50 cm/píxel) programada para una fecha reciente (18 de febrero de 2010) hizo posible realizar un inventario de calles muy reciente y estimarlo en un corto plazo de tiempo (un mes). La resolución del píxel de 50 centímetros permite una conformación de las calles con muy alta aproximación a sus medidas reales. De tal manera que en una calle promedio de 12 metros de ancho por 100 metros de largo se tienen un total de 24 píxeles de información por 200 píxeles de largo. Esto es 4,800 píxeles por calle. Esta situación nos conduce a precisiones mayores al 95 por ciento.

El presente diagnóstico indica que la Ciudad de Nogales, Sonora cuenta con una superficie total de calles estimada en **6, 098,099.07** metros cuadrados; de los cuales un **35%** no cuenta con ningún tipo de pavimento en su superficie. Un **65%** cuenta con algún tipo de revestimiento (cuadro 1). Los resultados se presentan en tablas estadísticas relacionadas a un total de 177 Áreas Geo-estadísticas Básicas y a un total de 50 polígonos de colonias.

Cuadro 1. Estadísticas de superficie en calles y su cobertura en Nogales, Sonora (Noviembre, 2010)

Condición	Superficie en m ²	Porcentaje de cobertura
Sin pavimentar	2,108,990.09	35%
Pavimentadas	3,989,108.98	65%
Total	6,098,099.07	100%

Fuente: Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (Noviembre, 2010)

La superficie de calles sin pavimentar que quedan dentro de polígonos de colonias establecidas es de un total de **1, 898,639.35** m², adicionalmente existen un total de **210,350.73** m² de calles sin pavimentar fuera de estos límites, o bien consideradas en este análisis como asentamientos nuevos (4 en total).

El costo de pavimentar con asfalto fue estimado en 395.10 pesos por metro cuadrado y de 605.00 pesos por metro cuadrado con concreto hidráulico. Considerando las estadísticas de superficie de calles y los costos de pavimentación tenemos los siguientes montos requeridos para pavimentación de Nogales, Sonora (ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Costos por tipo de pavimentación para Nogales, Sonora (noviembre, 2010)

Cobertura	Asfalto (pesos)	Concreto Hidráulico (pesos)
Polígonos de colonias	\$833,261,983.55	\$ 1,275,943,220.88

Fuente: Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (noviembre, 2010)

El algoritmo y los procesos de clasificación espectral de pavimentación se realizaron en dos plataformas de Sistemas de Información Geográfica: ENVI 4.5 y Arc GIS 9.3. El conjunto de datos generados se encuentran en versión digital y podrán ser utilizados para su actualización de superficies y en costos para la ciudad de Nogales, Sonora.

El algoritmo y los procesos de clasificación espectral de pavimentación se realizaron en dos plataformas de Sistemas de Información Geográfica: ENVI 4.5 y Arc GIS 9.3. El conjunto de datos generados se encuentran en versión digital y podrán ser utilizados para su actualización de superficies y en costos para la ciudad de Nogales, Sonora.

RESULTADOS: COSTOS y ESTADÍSTICAS

Los costos fueron calculados por la Dirección de Infraestructura Urbana y Obras Públicas de la Ciudad de Nogales y representa los costos actualizados al mes de noviembre del año 2010 (cuadro 3).

Cuadro 3. Costo del asfalto y el concreto hidráulico; estimado en pesos por metro cuadrado y vigente al 10 de noviembre del 2010.

Costo promedio en pesos por metro cuadrado Fuente:	Asfalto (pesos)	Concreto (pesos)
Costo promedio zona fronteriza	\$451.40	\$669.52
Dirección General de Costos, Gobierno del Estado de Sonora	\$374.00	\$608.49
H. Ayuntamiento de Sonoyta, Sonora		\$523.00
Dirección General de Costos del Estado de Sonora: San Luis Rio Colorado	\$425.00	\$695.00
Dirección General de Costos del Estado de Sonora: Hermosillo, Sonora	\$330.00	\$529.00
Costo Promedio	\$395.10	\$605.00

Fuente: Dirección de Infraestructura Urbana y Obras Públicas, Reynaldo Gutiérrez Gutiérrez, Director. Proyectos de la Iniciativa privada.

Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (noviembre, 2010)

Con los costos descritos en el cuadro anterior se procedió a calcular los costos de pavimentación para la ciudad de Nogales, Sonora. En el escenario de pavimentar el 100 por ciento de las calles sin algún tipo de cubierta los costos se requeriría una inversión total de **\$833,261,983.55** de pesos con la opción de asfalto contra **\$1,275,943,220.88** de pesos con concreto hidráulico. El escenario de pavimentar con concreto hidráulico es poco factible, los programas de pavimentación normalmente para calles dentro de colonias o de nivel secundario o terciario normalmente se considera asfalto, pavimentando con concreto hidráulico solo las calles de primer orden o primarias.

En resumen, la gran diferencia entre los costos de pavimentación entre el asfalto y el concreto normalmente hace que las autoridades decidan por la primera opción. Sin embargo, es necesario considerar algunas diferencias técnicas importantes entre los dos materiales.

Asfalto

- Se deteriora más rápido con el tiempo
- Requiere reparaciones y re-carpeteos constantes
- Alto costo de mantenimiento

- Deformación en 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 luz
- Requiere menor estructura de soporte

TABLA DE RESULTADOS POR COLONIAS

De los mapas contenidos en los archivos proyecto creados en el Sistema de Información Geográfica se extrae un resumen de las tablas relacionales, éstas 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 un total de 50 polígonos relacionados a una colonia con nomenclatura, además con 4 polígonos más considerados como “asentamientos nuevos” y en los que aparentemente no cuentan con nomenclatura de colonia. En total se encontró una superficie de **6, 098,099.07** m² de calles, de las cuales **2, 108,990.09** m² no cuentan con ningún tipo de pavimento y un total de **3, 989,108.98** m² están pavimentados. En total, la ciudad de Nogales cuenta con el 65% de sus calles

con pavimento y un 35 % de sus calles están sin pavimentar. El mapa 1 (anexo) muestra la distribución de calles pavimentadas y sin pavimentar.

Destacan con un alto porcentaje sin pavimentación (por arriba del 70% y menos del 100%) las colonias: San Carlos, Las Bellotas, Kennedy, Industrial, Bolívar, Granja, Moderna, Jardines Kalitea, Unidad Deportiva, Centro, Municipal, Las Praderas, Altamira, Lomas Fátima, Nuevo Nogales, Buena Vista, Villa Sonora, Nuevos Desarrollos Sur, El Greco, Obrera, Nuevos Desarrollos Oeste, Los Virreyes, Empalme Nogales, Esperanza, Chula Vista, Lomas de Nogales, Colinas del Yaqui.

Destacan con bajo porcentaje sin pavimentación (por abajo del 70%) las colonias: Héroes, 5 de Mayo, Del Rosario, Álamos, Del Valle, Encinos, Lic. Manlio Fabio Beltrones, Buenos Aires, El Rastro, Nuevos Desarrollos Centro, Pueblo Nuevo, Diana Laura Rojas De Colosio, Jardines de la Montaña, Félix B. Peñaloza, CTS-CROC, Solidaridad, Veracruz, Art 27, Luis Donald Colosio Murrieta, Nuevos Desarrollos Este, Benito Juárez, Colinas del Sol y Las Torres.

Tabla 1. Superficies pavimentadas y sin pavimentar por polígonos de Colonias de Nogales, Sonora (noviembre, 2010)

Colonia	Pavimentado (m2)	Sin pavimentar (m2)	Pavimentado (%)	Sin pavimentar (%)	Superficie total de calles
5 De Mayo	79,116.12	42,957.51	65%	35%	122,073.63
Álamos	40,830.69	33,334.11	55%	45%	74,164.80
Altamira	61,187.02	9,724.80	86%	14%	70,911.82
Art. 27	2,854.91	21,768.16	12%	88%	24,623.07
Benito Juárez	1,976.24	96,576.49	2%	98%	98,552.73
Bolívar	81,929.48	4,177.35	95%	5%	86,106.84
Buena Vista	55,176.33	13,006.62	81%	19%	68,182.95
Buenos Aires	70,621.61	102,790.17	41%	59%	173,411.77
Centro	200,506.17	19,761.44	91%	9%	220,267.61
Chula Vista	86,686.23	37,013.32	70%	30%	123,699.54
Colinas del Sol	-	49,515.90	0%	100%	49,515.90
Colinas del Yaqui	137,143.50	59,888.77	70%	30%	197,032.27
CTS-CROC	23,697.26	65,620.68	27%	73%	89,317.94
Del Rosario	60,300.88	35,596.66	63%	37%	95,897.54
Del Valle	66,877.94	57,327.96	54%	46%	124,205.90
Diana Laura Rojas De Colosio	5,146.70	11,677.61	31%	69%	16,824.31
El Greco	88,274.74	25,458.95	78%	22%	113,733.69
El Rastro	42,074.38	62,170.10	40%	60%	104,244.49
Empalme Nogales	23,823.30	8,389.41	74%	26%	32,212.71
Encinos	41,888.20	36,219.96	54%	46%	78,108.16

Colonia	Pavimentado (m2)	Sin pavimentar (m2)	Pavimentado (%)	Sin pavimentar (%)	Superficie total de calles
Esperanza	41,163.00	17,399.26	70%	30%	58,562.26
Félix B. Peñaloza	5,121.71	13,768.88	27%	73%	18,890.59
Granja	65,394.93	3,801.64	95%	5%	69,196.57
Héroes	89,710.61	48,071.01	65%	35%	137,781.63
Industrial	175,258.99	8,911.35	95%	5%	184,170.34
Jardines de la Montaña	48,279.83	121,787.20	28%	72%	170,067.03
Jardines Kalitea	107,746.74	9,181.37	92%	8%	116,928.12
Kennedy	133,007.19	4,763.87	97%	3%	137,771.06
Las Bellotas	36,697.28	928.42	98%	2%	37,625.69
Las Praderas	77,712.54	10,998.23	88%	12%	88,710.77
Las Torres	-	4,657.15	0%	100%	4,657.15
Lic. Manlio Fabio Beltrones	17,122.86	22,606.66	43%	57%	39,729.52
Lomas de Fátima	97,409.86	16,235.52	86%	14%	113,645.38
Lomas de Nogales	127,520.54	55,300.25	70%	30%	182,820.79
Los Virreyes	66,171.51	23,245.08	74%	26%	89,416.60
Luis Donaldo Colosio Murrieta	25,868.41	208,318.63	11%	89%	234,187.04
Moderna	57,539.04	3,551.25	94%	6%	61,090.29
Municipal	77,437.70	9,585.24	89%	11%	87,022.94
Nuevo Nogales	445,308.71	92,096.70	83%	17%	537,405.40
Nuevos Desarrollos Centro	8,498.29	12,651.23	40%	60%	21,149.52
Nuevos Desarrollos Este	4,600.45	55,592.14	8%	92%	60,192.59
Nuevos Desarrollos Oeste	283,356.59	93,680.83	75%	25%	377,037.42

Colonia	Pavimentado (m2)	Sin pavimentar (m2)	Pavimentado (%)	Sin pavimentar (%)	Superficie total de calles
Nuevos Desarrollos Sur	190,115.90	48,426.54	80%	20%	238,542.44
Obrera	69,114.92	21,204.56	77%	23%	90,319.48
Pueblo Nuevo	86,054.76	138,897.38	38%	62%	224,952.14
San Carlos	212,681.10	1,739.70	99%	1%	214,420.80
Solidaridad	27,706.75	123,423.36	18%	82%	151,130.11
Unidad Deportiva	147,637.46	12,901.12	92%	8%	160,538.58
Veracruz	18,281.94	113,158.21	14%	86%	131,440.15
Villa Sonora	76,477.68	19,131.36	80%	20%	95,609.03
Asentamientos nuevos					
Nuevos Desarrollos Centro	8,498.29	12,651.23			21,149.52
Nuevos Desarrollos Sur	190,115.90	48,426.54			238,542.44
Nuevos Desarrollos este	4,600.45	55,592.14			60,192.59
Nuevos Desarrollos oeste	283,356.59	93,680.83			377,037.42
Gran Total	3,989,108.98	2,108,990.09	65%	35%	6,098,099.07

Fuente: Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (noviembre, 2010)

ESTADÍSTICAS POR ÁREAS GEOESTADÍSTICA BÁSICA (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 II conteo del 2005 y registrados en el sistema IRIS-SCINCE del INEGI para la ciudad de Nogales, Sonora.

- El AGEB ayuda a generar un indicador de Total de Habitantes/Superficie de calles no pavimentadas.
- El AGEB permite asociar el conjunto de variables censales que incluye datos socio-demográficos y socio-económicos. En total se cuenta con 170 variables censales.

El espacio urbano de la ciudad de Nogales, Sonora está subdividido para efectos censales en un total de 161 AGEB's. Existe una diferencia importante entre la población por AGEB y la Población Total. En la cartografía de AGEB se reporta un total de 189,759 habitantes contra un aproximado de 220,261 habitantes registrados en el último conteo de población y vivienda (2010). En conclusión, la estadística poblacional representada por AGEB, solo representa al 98.8 % de la población de la ciudad, estimada al año 2005. 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 superficie estimada por AGEB, coincide con la calculada por Colonias, se tiene que un total de 2, 108,990.09 m² de calles sin pavimentar y 3,989,108.98 m² de calles pavimentadas. Las cifras anteriores hacen un total de calles de 6, 098,099.07 m² de calles, de los cuales un 65 por ciento se encuentra pavimentado. Ver resultados de clasificación de calles en Mapa 2 (anexo). La tabla siguiente tiene la utilidad de ayudar a priorizar que áreas deben ser primero pavimentadas en función del número de habitantes relacionados a superficie no pavimentada.

Tabla 2. Estadísticas de pavimentación por AGEB en Nogales, Sonora (Noviembre, 2010)

AGEB	Pavimentado (m2)	Sin pavimentar (m2)	Total	Pav (%)	Sin pav (%)	Población por AGEB
2604300010197	69,532.06	9,177.46	78,709.52	88%	12%	1543
2604300010233	65,633.07	6,835.84	72,468.91	91%	9%	2041
2604300010248	85,764.12	9,573.44	95,337.56	90%	10%	2536
2604300010267	72,463.46	17,554.74	90,018.20	80%	20%	2015
2604300010286	82,663.72	14,770.36	97,434.08	85%	15%	2232
2604300010290	100,685.89	4,164.58	104,850.47	96%	4%	1357
2604300010318	88,191.04	4,543.22	92,734.26	95%	5%	1625
2604300010341	127,687.28	36,406.54	164,093.82	78%	22%	5560
2604300010360	37,577.68	77,746.91	115,324.59	33%	67%	2836
2604300010375	146,444.04	11,941.42	158,385.46	92%	8%	888
260430001038A	66,467.26	31,689.75	98,157.01	68%	32%	2329
2604300010407	239,464.22	34,646.32	274,110.54	87%	13%	785
2604300010411	180,337.86	2,536.00	182,873.86	99%	1%	508
2604300010426	72,615.41	13,299.18	85,914.58	85%	15%	4269
260430001045A	21,455.58	8,578.95	30,034.53	71%	29%	1287
2604300010464	30,860.26	16,015.58	46,875.84	66%	34%	2100
2604300010479	36,046.57	22,081.86	58,128.43	62%	38%	2960
2604300010483	44,602.92	25,375.82	69,978.74	64%	36%	3086
2604300010498	12,272.79	468.74	12,741.53	96%	4%	540
2604300010500	49,546.48	17,697.47	67,243.95	74%	26%	1093
2604300010515	5,419.78	1,106.72	6,526.50	83%	17%	1077
260430001052A	31,844.80	985.14	32,829.94	97%	3%	1779
2604300010549	39,533.17	48,963.84	88,497.01	45%	55%	3923
2604300010553	45,070.32	36,617.86	81,688.18	55%	45%	2771
2604300010731	32,534.21	27,961.02	60,495.23	54%	46%	4370
2604300010746	18,013.58	30,369.46	48,383.04	37%	63%	1461
2604300010750	64,577.73	10,747.32	75,325.05	86%	14%	3261
2604300010765	68,883.83	37,929.77	106,813.60	64%	36%	4407
260430001077A	8,104.50	13,288.03	21,392.53	38%	62%	1172
2604300010799	118,330.34	18,519.41	136,849.76	86%	14%	4512
2604300010801	11,985.86	19,905.64	31,891.50	38%	62%	21
2604300010816	8,171.66	34,384.66	42,556.32	19%	81%	2371

AGEB	Pavimentado (m2)	Sin pavimentar (m2)	Total	Pav (%)	Sin pav (%)	Población por AGEB
2604300010820	-	8,401.21	8,401.21	0%	100%	218
2604300010835	15,868.12	62,952.05	78,820.17	20%	80%	2571
260430001084A	2,932.37	25,082.05	28,014.43	10%	90%	1347
2604300010854	33,344.26	12,466.19	45,810.44	73%	27%	3841
2604300010869	2,908.75	10,271.72	13,180.47	22%	78%	819
2604300010888	32,155.87	12,328.84	44,484.71	72%	28%	2021
2604300010892	37,772.26	11,878.31	49,650.57	76%	24%	3011
2604300010905	10,354.08	1,728.76	12,082.84	86%	14%	3
260430001091A	64,280.79	14,099.47	78,380.26	82%	18%	1021
2604300010924	32,996.84	17,431.79	50,428.63	65%	35%	1891
2604300010939	38,899.09	2,516.90	41,415.99	94%	6%	606
2604300010943	20,016.37	5,748.36	25,764.73	78%	22%	1385
2604300010958	29,297.52	7,799.22	37,096.73	79%	21%	1457
2604300010962	23,354.93	25,998.31	49,353.24	47%	53%	1614
2604300010977	38,049.08	1,676.47	39,725.55	96%	4%	1680
2604300010981	48,197.56	13,314.28	61,511.83	78%	22%	2603
2604300010996	2,354.45	5,900.68	8,255.14	29%	71%	406
2604300011000	-	10,215.47	10,215.47	0%	100%	660
2604300011015	3,476.97	9,221.03	12,698.00	27%	73%	630
260430001102A	1,940.59	5,227.30	7,167.89	27%	73%	180
2604300011034	844.49	2,436.58	3,281.07	26%	74%	147
2604300011049	10,341.12	-	10,341.12	100%	0%	790
2604300011053	13,877.27	2,819.55	16,696.82	83%	17%	1033
2604300011068	1,418.45	3,824.90	5,243.35	27%	73%	190
2604300011072	3,227.24	36,892.27	40,119.51	8%	92%	1212
2604300011087	23,397.87	34,306.00	57,703.87	41%	59%	1402
2604300011091	6,331.64	24,943.99	31,275.63	20%	80%	1527
2604300011104	9,809.70	1,882.34	11,692.04	84%	16%	1939
2604300011119	77,007.45	17,639.16	94,646.61	81%	19%	4458
2604300011123	38,200.17	23,882.67	62,082.84	62%	38%	1970
2604300011138	52,951.34	19,238.37	72,189.71	73%	27%	2759
2604300011142	52,119.24	12,614.47	64,733.71	81%	19%	1898
2604300011157	12,051.71	24,932.60	36,984.31	33%	67%	1916
2604300011161	12,024.54	66,515.74	78,540.29	15%	85%	4107
2604300011176	-	24,980.84	24,980.84	0%	100%	418
2604300011180	1,696.90	20,003.75	21,700.65	8%	92%	708
2604300011195	31,952.26	-	31,952.26	100%	0%	0
2604300011208	39,211.30	-	39,211.30	100%	0%	2940
2604300011212	1,504.38	3,054.62	4,559.00	33%	67%	58
2604300011227	-	27,657.41	27,657.41	0%	100%	645

AGEB	Pavimentado (m2)	Sin pavimentar (m2)	Total	Pav (%)	Sin pav (%)	Población por AGEB
2604300011231	-	1,121.36	1,121.36	0%	100%	26
2604300011246	14,662.96	-	14,662.96	100%	0%	236
2604300011250	7,724.85	7,567.24	15,292.09	51%	49%	1194
2604300011265	-	4,179.14	4,179.14	0%	100%	1789
260430001127A	106.75	29,113.84	29,220.60	0%	100%	2588
2604300011284	-	771.03	771.03	0%	100%	6
2604300011299	-	1,559.32	1,559.32	0%	100%	10
2604300011301	5,579.85	16,368.82	21,948.68	25%	75%	363
2604300011316	7,716.65	-	7,716.65	100%	0%	749
2604300011320	2,987.61	1,102.23	4,089.84	73%	27%	233
2604300011354	5,564.16	-	5,564.16	100%	0%	559
2604300011369	-	2,836.50	2,836.50	0%	100%	140
2604300011373	-	18,752.38	18,752.38	0%	100%	664
2604300011388	-	4,779.03	4,779.03	0%	100%	85
2604300011392	6,089.45	-	6,089.45	100%	0%	231
2604300011405	3,564.89	22,728.54	26,293.43	14%	86%	773
260430001141A	-	2,669.04	2,669.04	0%	100%	90
2604300011424	10,225.30	69,200.27	79,425.57	13%	87%	2607
2604300011439	7,295.87	27,209.42	34,505.30	21%	79%	2416
2604300011458	-	1,872.96	1,872.96	0%	100%	1159
2604300011462	5,363.06	75,079.73	80,442.79	7%	93%	1917
2604300011477	5,927.64	9,143.01	15,070.65	39%	61%	1988
2604300011481	10,748.80	700.08	11,448.88	94%	6%	648
2604300011496	14,756.86	-	14,756.86	100%	0%	1999
2604300011509	-	864.95	864.95	0%	100%	66
2604300011513	-	1,416.80	1,416.80	0%	100%	0
2604300011532	-	556.51	556.51	0%	100%	10
2604300011547	-	973.70	973.70	0%	100%	11
2604300011551	-	3,027.81	3,027.81	0%	100%	44
2604300011566	51,597.61	-	51,597.61	100%	0%	5616
2604300011570	3,792.25	-	3,792.25	100%	0%	316
2604300011585	18,800.96	-	18,800.96	100%	0%	1648
260430001159A	4,014.12	-	4,014.12	100%	0%	0
2604300011602	-	4,703.28	4,703.28	0%	100%	0
2604300011617	-	1,534.77	1,534.77	0%	100%	0
2604300011621	144,674.95	46,883.74	191,558.69	76%	24%	605
2604300011640	-	2,146.45	2,146.45	0%	100%	25
2604300011655	5,195.58	840.45	6,036.03	86%	14%	597
2604300011674	9,677.48	-	9,677.48	100%	0%	1055
2604300011689	3,448.39	-	3,448.39	100%	0%	629

AGEB	Pavimentado (m2)	Sin pavimentar (m2)	Total	Pav (%)	Sin pav (%)	Población por AGEB
2604300011693	-	1,381.90	1,381.90	0%	100%	0
2604300011706	14,777.70	-	14,777.70	100%	0%	5580
2604300011710	712.13	-	712.13	100%	0%	0
2604300011725	2,932.06	775.35	3,707.41	79%	21%	0
260430001173A	1,898.86	616.42	2,515.28	75%	25%	49
2604300011744	-	3,522.47	3,522.47	0%	100%	185
2604300011763	15,663.45	39,695.66	55,359.11	28%	72%	1602
2604300011778	10,164.15	70,900.94	81,065.09	13%	87%	1766
2604300011782	98,231.26	15,417.21	113,648.46	86%	14%	6046
2604300011797	37,683.25	30,582.98	68,266.23	55%	45%	4098
2604300011829	1,383.41	31,109.78	32,493.19	4%	96%	53
2604300011848	11,560.14	-	11,560.14	100%	0%	1896
2604300011852	9,917.64	-	9,917.64	100%	0%	155
2604300011867	649.76	-	649.76	100%	0%	24
2604300011890	1,310.52	-	1,310.52	100%	0%	50
2604300011903	-	1,041.86	1,041.86	0%	100%	11
2604300011922	-	192.90	192.90	0%	100%	9
2604300011937	-	7,685.81	7,685.81	0%	100%	36
2604300011941	12,266.00	-	12,266.00	100%	0%	0
2604300011956	-	3,608.42	3,608.42	0%	100%	124
2604300011975	415.17	23.78	438.96	95%	5%	0
260430001198A	164.64	9,511.48	9,676.12	2%	98%	0
2604300011994	2,745.68	790.64	3,536.32	78%	22%	0
2604300012009	3,789.45	-	3,789.45	100%	0%	0
2604300012013	6,719.73	4.02	6,723.75	100%	0%	0
2604300012032	4,320.48	-	4,320.48	100%	0%	0
2604300012047	-	1,524.60	1,524.60	0%	100%	0
2604300012051	4,766.54	8,048.76	12,815.30	37%	63%	0
2604300012066	3,306.61	1,446.95	4,753.56	70%	30%	0
2604300012070	25,309.68	-	25,309.68	100%	0%	0
2604300012085	12,937.01	-	12,937.01	100%	0%	0
260430001209A	5,540.91	-	5,540.91	100%	0%	0
2604300012102	-	1,669.68	1,669.68	0%	100%	0
2604300012121	64,034.12	20,167.01	84,201.13	76%	24%	0
2604300012136	-	443.81	443.81	0%	100%	0
2604300012155	3,819.81	-	3,819.81	100%	0%	0
2604300012174	2,637.02	-	2,637.02	100%	0%	0
2604300012189	455.28	-	455.28	100%	0%	0
2604300012193	21,541.25	15,268.18	36,809.43	59%	41%	0
2604300012206	2,156.86	1,583.17	3,740.03	58%	42%	0

AGEB	Pavimentado (m2)	Sin pavimentar (m2)	Total	Pav (%)	Sin pav (%)	Población por AGEB
2604300012210	1,892.67	-	1,892.67	100%	0%	0
2604300012225	9,825.90	-	9,825.90	100%	0%	0
260430001223A	137,120.49	13,185.25	150,305.74	91%	9%	0
2604300012244	26,812.35	1,772.13	28,584.48	94%	6%	0
2604300012263	-	3,805.25	3,805.25	0%	100%	0
2604300012278	25,743.15	6,940.00	32,683.14	79%	21%	0
Ageb Este	19,759.70	101,750.48	121,510.18	16%	84%	0
Ageb Oeste	39,074.45	49,821.00	88,895.44	44%	56%	0
Ageb Sur	86,605.24	47,233.03	133,838.26	65%	35%	0
Totales	3,989,108.98	2,108,990.09	6,098,099.07			185,572.00

Fuente: Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (Noviembre, 2010)

COSTOS DE PAVIMENTACIÓN 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 promedio¹ 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 aunque si se cuenta con los polígonos limítrofes de las mismas y que se poligonizaron 4 nuevos asentamientos urbanos que tendrán que cotejarse contra un mapa actualizado de colonias. Esto puede ser corroborado en el mapa digital, a fin de editarlo y hacer las correcciones en la nomenclatura 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 Nogales, Sonora (noviembre, 2010)

Los costos de pavimentación que se utilizan en la tabla 3, son los costos promedio desglosados en 395.10 pesos por metro cuadrado con asfalto y de 605.00 pesos por metro cuadrado de concreto hidráulico.

Colonia	Sin pavimentar (m2)	Costo Concreto Hidráulico (peso m2)	Costo Asfalto (peso m2)	Concreto Hidráulico (pesos)	Asfalto (pesos)
5 De Mayo	42,957.51	605.00	395.10	25,989,379.46	16,972,512.20
Álamos	33,334.11	605.00	395.10	20,167,202.02	13,170,306.08
Altamira	9,724.80	605.00	395.10	5,883,524.56	3,842,269.21
Art. 27	21,768.16	605.00	395.10	13,169,779.80	8,600,599.66
Benito Juárez	96,576.49	605.00	395.10	58,428,967.64	38,157,369.91
Bolívar	4,177.35	605.00	395.10	2,527,307.93	1,650,472.83
Buena Vista	13,006.62	605.00	395.10	7,869,029.90	5,138,914.77
Buenos Aires	102,790.17	605.00	395.10	62,188,255.80	40,612,394.45
Centro	19,761.44	605.00	395.10	11,955,708.40	7,807,743.43
Chula Vista	37,013.32	605.00	395.10	22,393,129.63	14,623,960.77
Colinas del Sol	49,515.90	605.00	395.10	29,957,219.06	19,563,732.43
Colinas del Yaqui	59,888.77	605.00	395.10	36,232,823.25	23,662,051.48
CTS-CROC	65,620.68	605.00	395.10	39,700,642.82	25,926,730.79
Del Rosario	35,596.66	605.00	395.10	21,536,050.43	14,064,240.33
Del Valle	57,327.96	605.00	395.10	34,683,529.75	22,650,276.54
Diana Laura Rojas De Colosio	11,677.61	605.00	395.10	7,064,975.84	4,613,822.69
El Greco	25,458.95	605.00	395.10	15,402,714.29	10,058,830.25
El Rastro					

Colonia	Sin pavimentar (m2)	Costo Concreto Hidráulico (peso m2)	Costo Asfalto (peso m2)	Concreto Hidráulico (pesos)	Asfalto (pesos)
	62,170.10	605.00	395.10	37,613,037.77	24,563,408.42
Empalme Nogales	8,389.41	605.00	395.10	5,075,612.56	3,314,657.68
Encinos	36,219.96	605.00	395.10	21,913,148.71	14,310,506.50
Esperanza	17,399.26	605.00	395.10	10,526,589.95	6,874,449.49
Félix B. Peñaloza	13,768.88	605.00	395.10	8,330,198.14	5,440,083.31
Granja	3,801.64	605.00	395.10	2,299,999.65	1,502,027.86
Héroes	48,071.01	605.00	395.10	29,083,059.72	18,992,857.70
Industrial	8,911.35	605.00	395.10	5,391,382.56	3,520,873.07
Jardines de la Montaña	121,787.20	605.00	395.10	73,681,497.01	48,118,121.05
Jardines Kalitea	9,181.37	605.00	395.10	5,554,748.73	3,627,560.28
Kennedy	4,763.87	605.00	395.10	2,882,153.73	1,882,206.90
Las Bellotas	928.42	605.00	395.10	561,692.98	366,816.80
Las Praderas	10,998.23	605.00	395.10	6,653,953.07	4,345,401.93
Las Torres	4,657.15	605.00	395.10	2,817,585.13	1,840,040.01
Lic. Manlio Fabio Beltrones	22,606.66	605.00	395.10	13,677,072.04	8,931,889.75
Lomas de Fátima	16,235.52	605.00	395.10	9,822,524.37	6,414,655.45
Lomas de Nogales	55,300.25	605.00	395.10	33,456,761.85	21,849,128.78
Los Virreyes	23,245.08	605.00	395.10	14,063,320.40	9,184,131.44
Luis Donald Colosio Murrieta	208,318.63	605.00	395.10	126,033,190.44	82,306,692.44
Moderna	3,551.25	605.00	395.10	2,148,512.84	1,403,098.54
Municipal	9,585.24	605.00	395.10	5,799,090.12	3,787,128.81
Nuevo Nogales	92,096.70	605.00	395.10	55,718,684.78	36,387,404.27

Colonia	Sin pavimentar (m2)	Costo Concreto Hidráulico (peso m2)	Costo Asfalto (peso m2)	Concreto Hidráulico (pesos)	Asfalto (pesos)
Nuevos desarrollos Centro	12,651.23	605.00	395.10	7,654,016.67	4,998,499.15
Nuevos desarrollos Este	55,592.14	605.00	395.10	33,633,356.86	21,964,455.15
Nuevos desarrollos Oeste	93,680.83	605.00	395.10	56,677,087.70	37,013,294.75
Nuevos desarrollos Sur	48,426.54	605.00	395.10	29,298,153.08	19,133,325.65
Obrera	21,204.56	605.00	395.10	12,828,802.22	8,377,922.32
Pueblo Nuevo	138,897.38	605.00	395.10	84,033,193.49	54,878,355.36
San Carlos	1,739.70	605.00	395.10	1,052,521.16	687,354.93
Solidaridad	123,423.36	605.00	395.10	74,671,379.44	48,764,569.40
Unidad Deportiva	12,901.12	605.00	395.10	7,805,202.91	5,097,232.19
Veracruz	113,158.21	605.00	395.10	68,460,941.81	44,708,807.75
Villa Sonora	19,131.36	605.00	395.10	11,574,508.37	7,558,798.58
Gran Total	2,108,990.09			1,275,943,220.8	833,261,983.55

Costos promedio (451.40 asfalto; 669.52 concreto hidráulico)

Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (noviembre, 2010)

Considerando un escenario donde se alcance la cobertura faltante de pavimentación para el 100 por ciento de las calles no pavimentadas para Nogales, con costo promedio de 744.10 pesos/m² con asfalto y de 1,082.86 pesos/m² de concreto hidráulico y que fueron detectadas en la imagen satelital con fecha 18 de febrero del 2010, las cifras totales requeridas serían las mostradas en el siguiente cuadro. Los mapas 4 y 5 (anexo) muestran una jerarquización de costos para asfalto y concreto respectivamente y estimado por colonia.

Cuadro 7. Escenarios de costos de pavimentación para Nogales, Sonora

Fuente de información	Superficie en m2 sin pavimentar	Costo según Dirección de O. P. y D.U. de Nogales, Sonora	Costo según Dirección de O. P. y D.U. de Nogales, Sonora (pesos)
Asfalto	6,548,346.49	395.10	2,587,251,698.20
Concreto	6,548,346.49	605.00	3,961,749,626.45

Costos promedio (395.10 asfalto; 605.00 concreto hidráulico)

Fuente: Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (Noviembre, 2010)

Queda la ciudad subdividida en 50 polígonos de colonias y 4 polígonos más detectados como nuevos desarrollos y que se consideran temporalmente como áreas fuera de colonias. 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, uno de los objetivos es ayudar a las autoridades correspondientes a decidir sobre las áreas prioritarias para pavimentación en Nogales, Sonora, por lo que se generó toda la cartografía correspondiente a cada análisis; éstas 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.

ESTIMACION DE COSTOS UNITARIOS

A fin de estimar el presupuesto de pavimentación se desarrollaron dos tablas generadoras de costos (tablas 4 y 5); mismas que fueron calculadas con todos los conceptos que normalmente se consideran en los presupuestos presentados a las ciudades en el ejercicio o concurso para el desarrollo de obra (licitaciones públicas). Estas tablas de precios unitarios pueden ser utilizadas como una opción o modelo y posteriormente actualizadas para Nogales, Sonora. El ejercicio de costos requiere del desarrollo de tablas para cada opción de carpeteo: Asfalto y Concreto Hidráulico. Los costos calculados son vigentes para Nogales, Sonora.

Tabla 4. Tabla Generadoras de Costos para Asfalto

PAVIMENTACIÓN DE CALLE A BASE DE CARPETA ASFALTICA			
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	P.U.
1.1.1	TRAZO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO, ESTABLECIENDO EJES DE REFERENCIA Y BANCOS DE NIVEL, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA	M2	4.28
1.1.2	EXCAVACION TIPO CAJON Y/O CORTES DE CALLES PARA DAR NIVEL DE SUBRASANTE PARA COLOCACION DE PAVIMENTO EN MATERIAL TIPO"B"	M3	42.66
1.1.3	EXCAVACION TIPO CAJON Y/O CORTES DE CALLES PARA DAR NIVEL DE SUBRASANTE PARA COLOCACION DE PAVIMENTO EN MATERIAL TIPO"C"	M3	85.33
1.1.4	CARGA Y ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION FUERA DE LA OBRA INC. 30% DE ABUNDAMIENTO A UNA DISTANCIA DE 10 KMSDE LA OBRA	M3	86.73
1.1.5	TRATAMIENTO DE TERRACERIAS DE 20 CMS. DE ESPESOR COMPACTADAS AL 95% DE SU P.V.S.M.	M3	49.85
1.1.6	FORMACIÓN DE LA CAPA DE SUBRASANTE CON MATERIAL CALIZO DE BANCO Y T.M.A. DE 2 1/2" EN UN ESPESOR DE 20 CMS. COMPACTADO AL 95% DE SU P.V.S.M.	M3	315.02
1.1.7	RIEGO DE IMPREGNACION CON ASFALTO FM-1 A RAZON DE 1.50 LT/M ² SOBRE LA SUPERFICIE DE BASE BARRIDA Y SOPLETEADO CON COMPRESOR PARA DEJAR LIBRE DE POLVO INC. SUMINISTRO, ALMACENAMIENTO, BOMBEO Y ACARREO FORANEO Y LOCAL DEL PRODUCTO ASFALTICO	M2	14.6

PAVIMENTACIÓN DE CALLE A BASE DE CARPETA ASFALTICA			
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	P.U.
1.1.8	RIEGO DE LIGA CON ASFALTO FR-3 A RAZON DE 0.70 LT/M ² INC. BARRIDO DE LA SUPERFICIE Y SOPLETEADO CON COMPRESOR PARA DEJAR LIBRE DE POLVO INC. SUMINISTRO, ALMACENAMIENTO, BOMBEO Y ACARREO FORANEY Y LOCAL DEL PRODUCTO ASFALTICO	M2	13.9
1.1.9	CONSTRUCCIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA DE 5 CMS DE ESPESOR CON MEZCLA ELABORADA EN PLANTA Y EN CALIENTE DISEÑADA CON EL MÉTODO MARSHALL Y EXTENDIDA CON MAQUINA (FINISHER); SE UTILIZARA CEMENTO ASFÁLTICO AC-20 MODIFICADO TIPO I EN CANTIDAD APROXIMADA DE 120 Kg.	M2	131.73
Total			\$ 744.10

Tabla 5.Tabla Generadora de Costos para Concreto Hidráulico

PAVIMENTACIÓN DE CALLE A BASE DE CARPETA HIDRÁULICA			
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	P.U.
1.1.1	TRAZO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO, ESTABLECIENDO EJES DE REFERENCIA Y BANCOS DE NIVEL, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA	M2	4.28
1.1.2	EXCAVACION TIPO CAJON Y/O CORTES DE CALLES PARA DAR NIVEL DE SUBRASANTE PARA COLOCACION DE PAVIMENTO EN MATERIAL TIPO"B"	M3	42.66
1.1.3	EXCAVACION TIPO CAJON Y/O CORTES DE CALLES PARA DAR NIVEL DE SUBRASANTE PARA COLOCACION DE PAVIMENTO EN MATERIAL TIPO"C"	M3	85.33
1.1.4	CARGA Y ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION FUERA DE LA OBRA INC. 30% DE ABUNDAMIENTO A UNA DISTANCIA DE 10 KMSDE LA OBRA	M3	86.73
1.1.5	TRATAMIENTO DE TERRACERIAS DE 20 CMS. DE ESPESOR COMPACTADAS AL 95% DE SU P.V.S.M.	M3	49.85
1.1.6	FORMACIÓN DE LA CAPA DE SUBRASANTE CON MATERIAL CALIZO DE BANCO Y T.M.A. DE 2 1/2" EN UN ESPESOR DE 20 CMS. COMPACTADO AL 95% DE SU P.V.S.M.	M3	315.02

PAVIMENTACIÓN DE CALLE A BASE DE CARPETA HIDRÁULICA

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	P.U.
1.1.7	ELABORACIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN LONGITUDINAL HECHO EN OBRA INCLUYE DISEÑO DE PROFUNDIDAD DE LA ZONA	ML	22.39
1.1.8	ELABORACIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN TRANSVERSAL HECHO EN OBRA INCLUYE DISEÑO DE PROFUNDIDAD DE LA ZONA	ML	49.5
1.1.9	ELABORACIÓN DE JUNTA DE RETRACCIÓN HECHO EN OBRA INCLUYE DISEÑO DE PROFUNDIDAD DE LA ZONA	ML	49.5
1.1.10	CONSTRUCCIÓN DE CARPETA A BASE DE CONCRETO HIDRÁULICO SIMPLE A BASE DE CEMENTO PROTLAND Y AGUA POTABLE PARA UN DISEÑO PARA TRANSITO MEDIO SEGÚN LAS NORMAS Y LAS VARIACIONES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DE ZONA CALIDA CON ESPESOR MÍNIMO DE LOSA 20 CM (MR) ESPERADA ENTRE 40 Y 50	M2	377.6
Total			\$1,082.86

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

El algoritmo y metodología utilizados para extraer clasificación de calles pavimentadas y sin pavimentar en la ciudad de Nogales, así como las características espectrales y espaciales de la imagen satelital programada para Nogales, Sonora nos permite llegar a las siguientes conclusiones.

- Para la realización del diagnóstico se contrató la programación exclusiva de una imagen satelital para la ciudad de Nogales, Sonora con fecha 18 de febrero de 2010, logrando un análisis con un alto nivel de precisión, donde expresa mediante datos calculados las condiciones de las vialidades de Nogales, Sonora.
- El conjunto de vialidades de la ciudad de Nogales, cuenta con un déficit de menor grado de importancia de pavimentación. De tal manera que un 65 % de superficie en calles cuenta con algún tipo de carpeta y principalmente asfalto en vialidades secundarias y terciarias. El Concreto Hidráulico normalmente se encuentra en algunas vialidades principales. el 35 % de las vialidades no cuentan con ningún tipo de pavimentación. En síntesis, se contabilizó un total de 3.9 Mm² de calles, de los cuales 2.1 Mm² están sin pavimentar.
- En función de los costos promedio estimados (744.10 pesos/m² de asfalto y 1,082.86 pesos/m² de concreto hidráulico se estimó, que para pavimentar el 100 % de la superficie total de calles dentro de colonias se requerirían 1.56 mil millones de pesos en el caso de la opción de asfalto y de 2.28 mil millones de pesos para pavimentar con concreto hidráulico. Utilizando los costos promedios para las ciudades fronterizas de Chihuahua y Sonora estimados en \$ 395.10 para el asfalto y \$ 605.00 para el concreto, la inversión total sería de 0.833 mil millones con asfalto y 1.2 mil millones con concreto hidráulico.
- El escenario de pavimentar en un 100 porciento las vialidades es un escenario ideal difícil de alcanzar. Por lo que la metodología empleada en este proyecto,

así como la cartografía de calles generada brindan la posibilidad de generar información que sirva para priorizar los programas de pavimentación, mediante jerarquización en función de superficies, costos y población afectada (ver mapas 3 y 4).

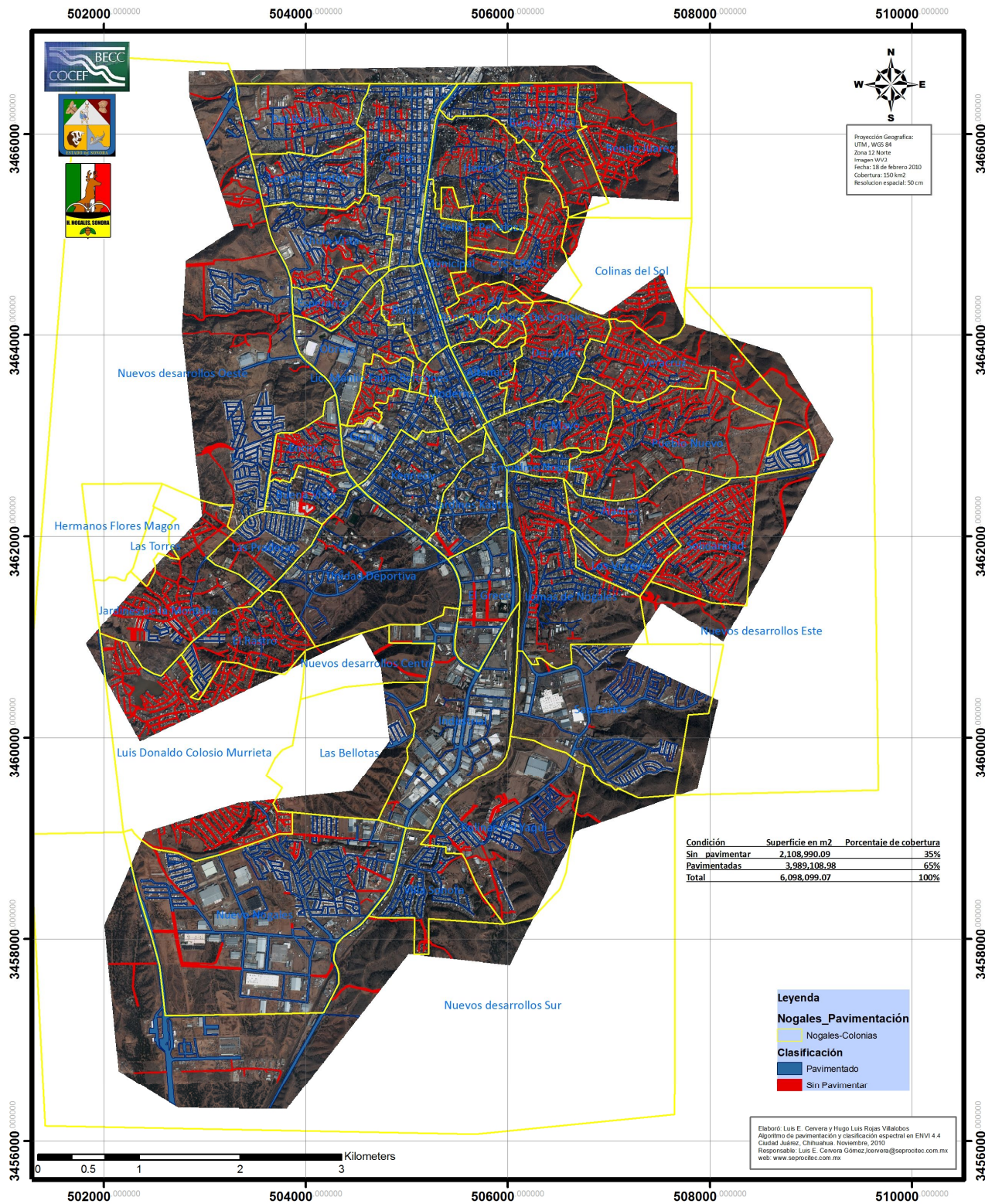
- La tecnología empleada en este proyecto, basada en el uso de una imagen satelital con fecha reciente y su tratamiento con programas especializados de Sistemas de Información Geográfica (Arc GIS 9.2 y ENVI 4.5) brindan fuertes posibilidades para que sean implementadas por la ciudad de Nogales, Sonora en sus programas de pavimentación así como en otros programas relacionados a infraestructura y equipamiento urbano.
- La resolución espacial de la imagen satelital de 50 cms por pixel y el uso de tres bandas espectrales permite una supervisión visual de la clasificación en calles. Por lo que no se requiere supervisión en campo. Con esta resolución y considerando una calle promedio de 12 metros de ancho por 100 de largo, se tendrían un total de 24 por 200 pixeles (4,800 pixeles por calle).
- El ambiente geo-referenciado y creado en una plataforma de Sistemas de Información Geográfica. Proveen un conjunto de datos vectoriales y raster que brindan la posibilidad tanto de actualizar como derivar más cartografía temática para la ciudad de Nogales. Además de establecer relaciones con otras bases de datos como variables e indicadores socio-económicos, socio-demográficos y ambientales en un ambiente geo-referenciado. El sistema creado para Nogales está listo para seleccionar y recalcular sectores prospectos a ser pavimentados.
- La calidad de la imagen aunada con las condiciones de poca vegetación en la ciudad y en conjunto buena traza de vialidades permitieron una rápida clasificación espectral para diferenciar las calles pavimentadas de las no pavimentadas.

Referencias

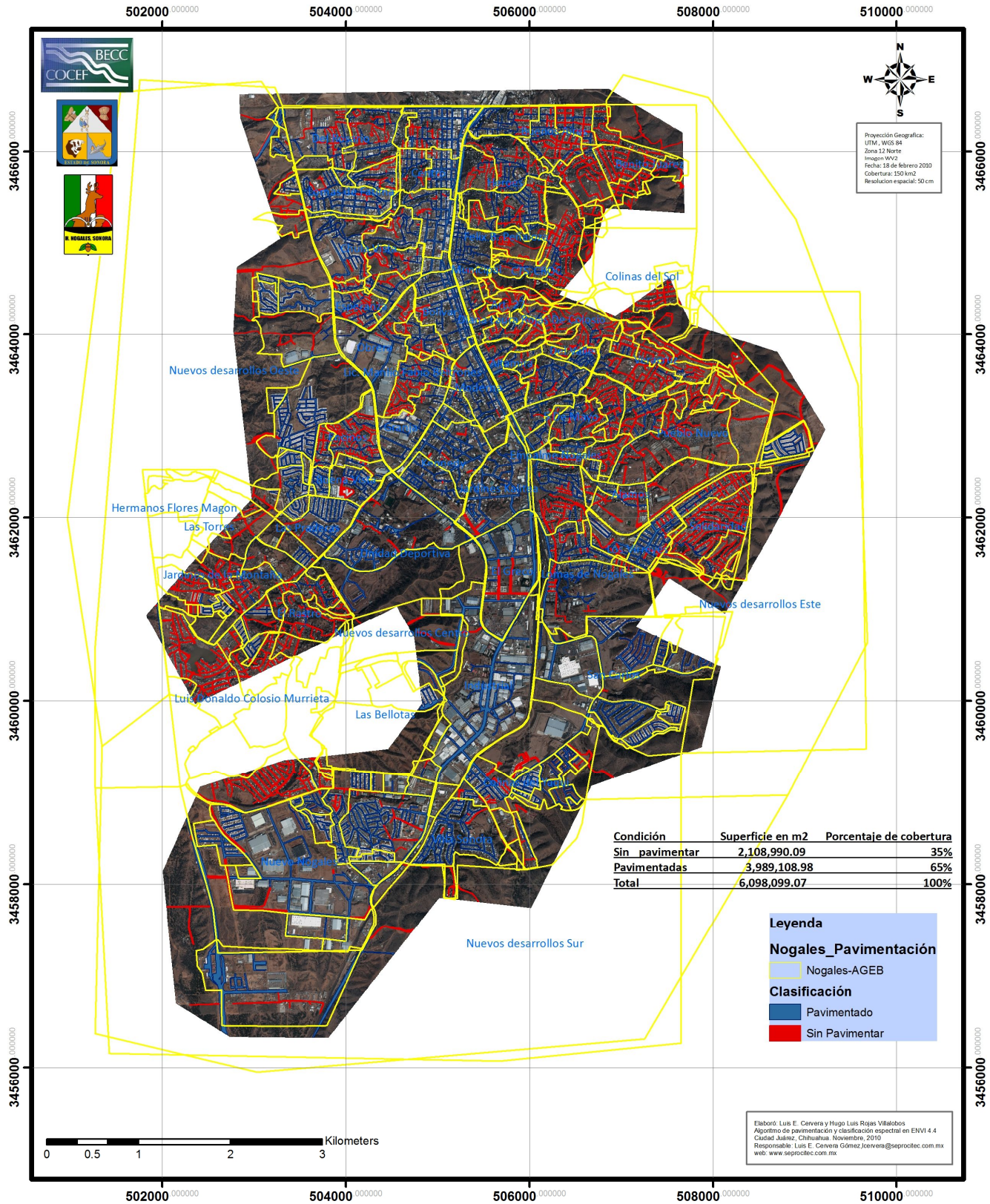
- 2006-2012. Plan de Desarrollo Urbano de Nogales, Sonora.
- BECC-NADBank, 2008. Border Environment Cooperation Commission Air Quality and Street Paving Project in Nuevo Laredo, Tamaulipas. Board Document BD 2008-43; BECC Certification Document. December 16.
- Canada Center for Remote Sensing (2008). Optical Imaging Systems Information Extraction from High Resolution Satellite Images. Available in http://nrcan.gc.ca/optic/high/infoext_e.php
- COCEF, 2003. Proyecto Calidad del Aire y Pavimentación en Nogales, Sonora del. Documento disponible en: <http://www.cocef.org/aproyectos>
- 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/00cifras/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 Zeland. jg.gao@auckland.ac.nz
- Gobierno Municipal de Nogales, Sonora (2009). Presidencia municipal, oficio PMN/409/2009-30 de marzo.
- 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.
- Hernández 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, Nogales, Sonora.
- 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.
- 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.
- INEGI Censo de Población y Vivienda (2010). Nogales, Sonora. Documento disponible: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/preliminares2010.aspx>
- <http://www.municipiodenogales.org>
- <http://www.nogales.sonora.gob.mx/swb/>
- INEGI (2010)
http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/biblioteca/default.asp?accion=2&upc=702825006401&seccionB=bd

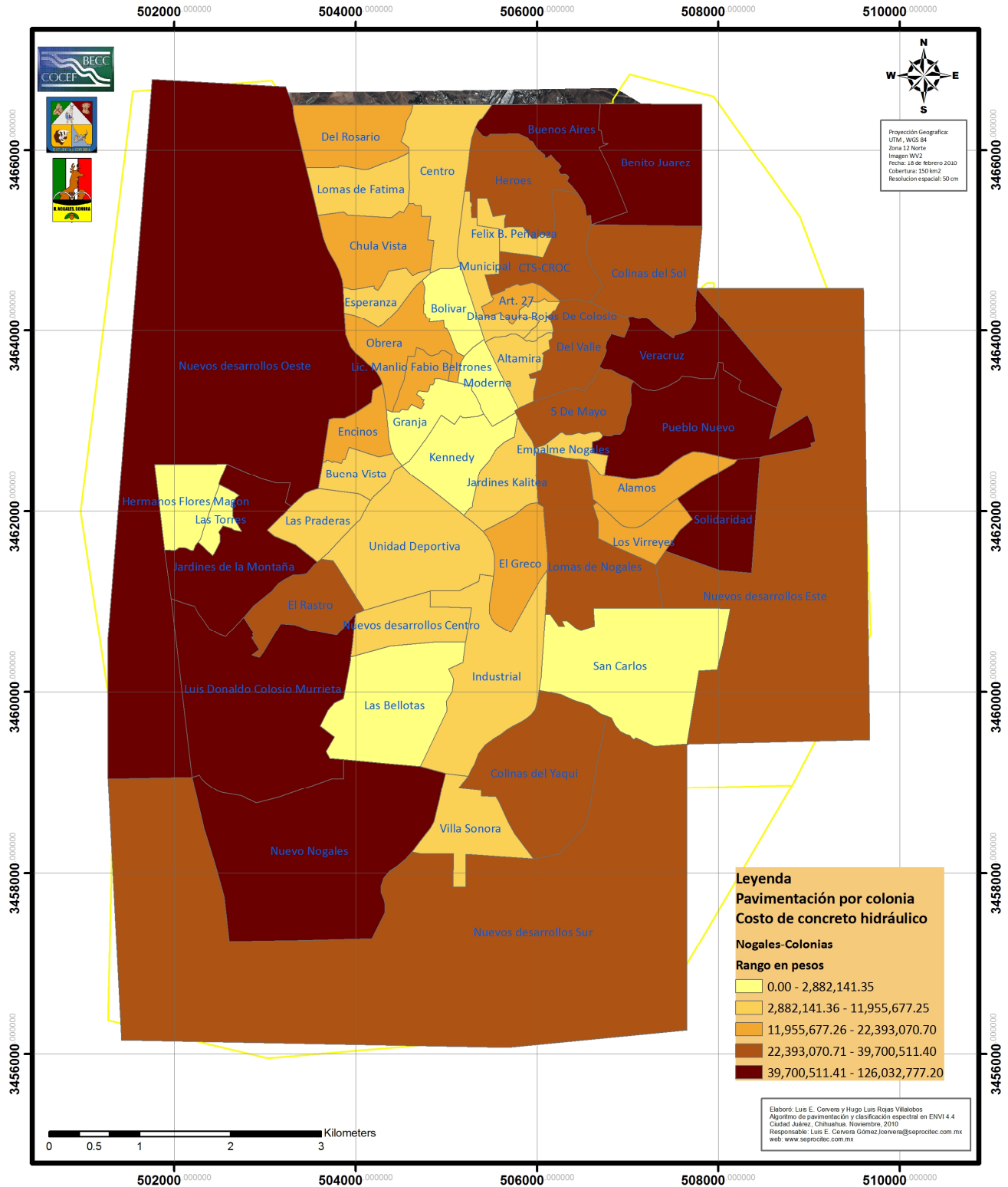
ANEXO: MAPAS DE PAVIMENTACIÓN DE
NOGALES, SONORA.



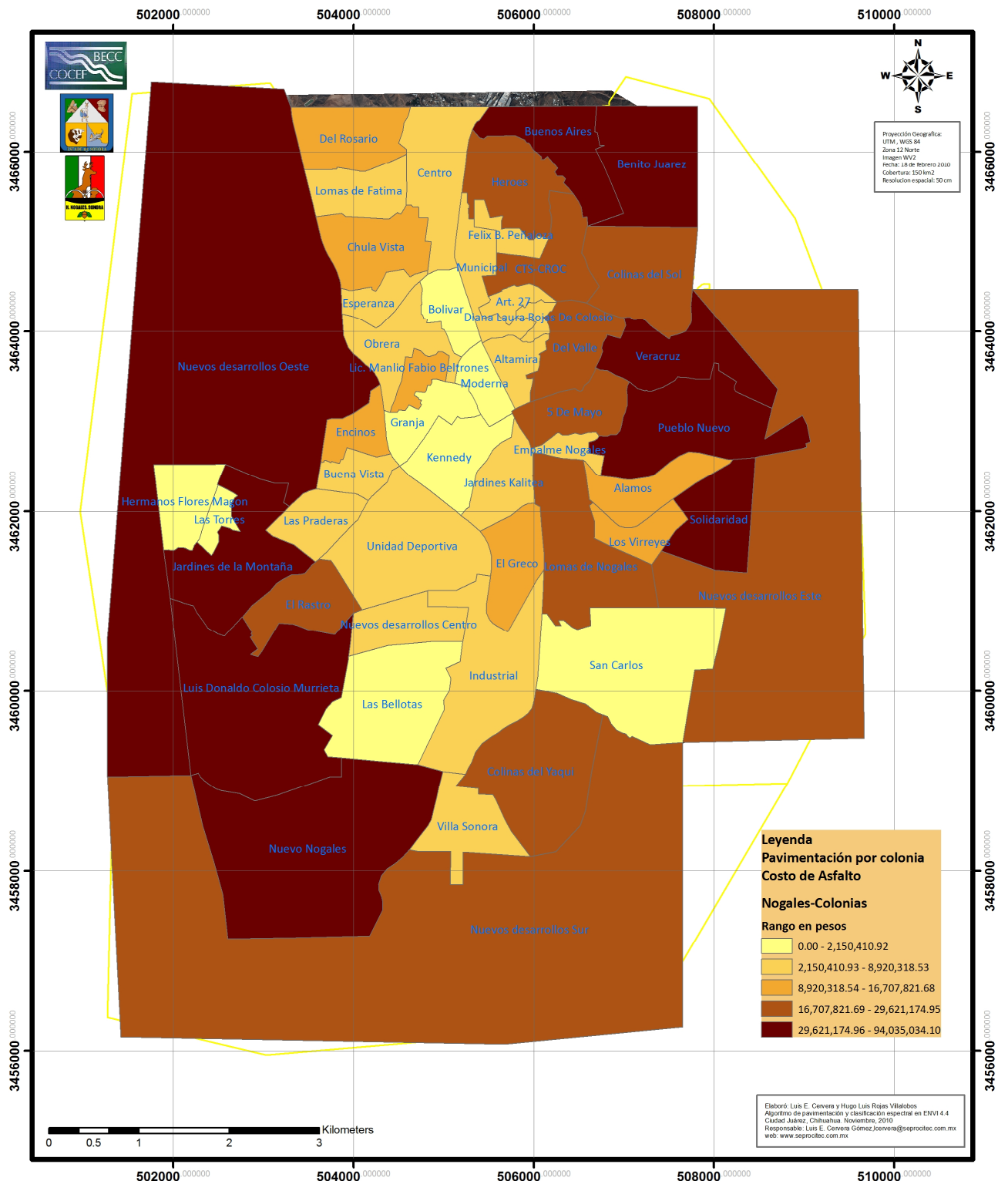
Mapa 1. Condiciones de Pavimentación por Colonia en Nogales, Sonora.



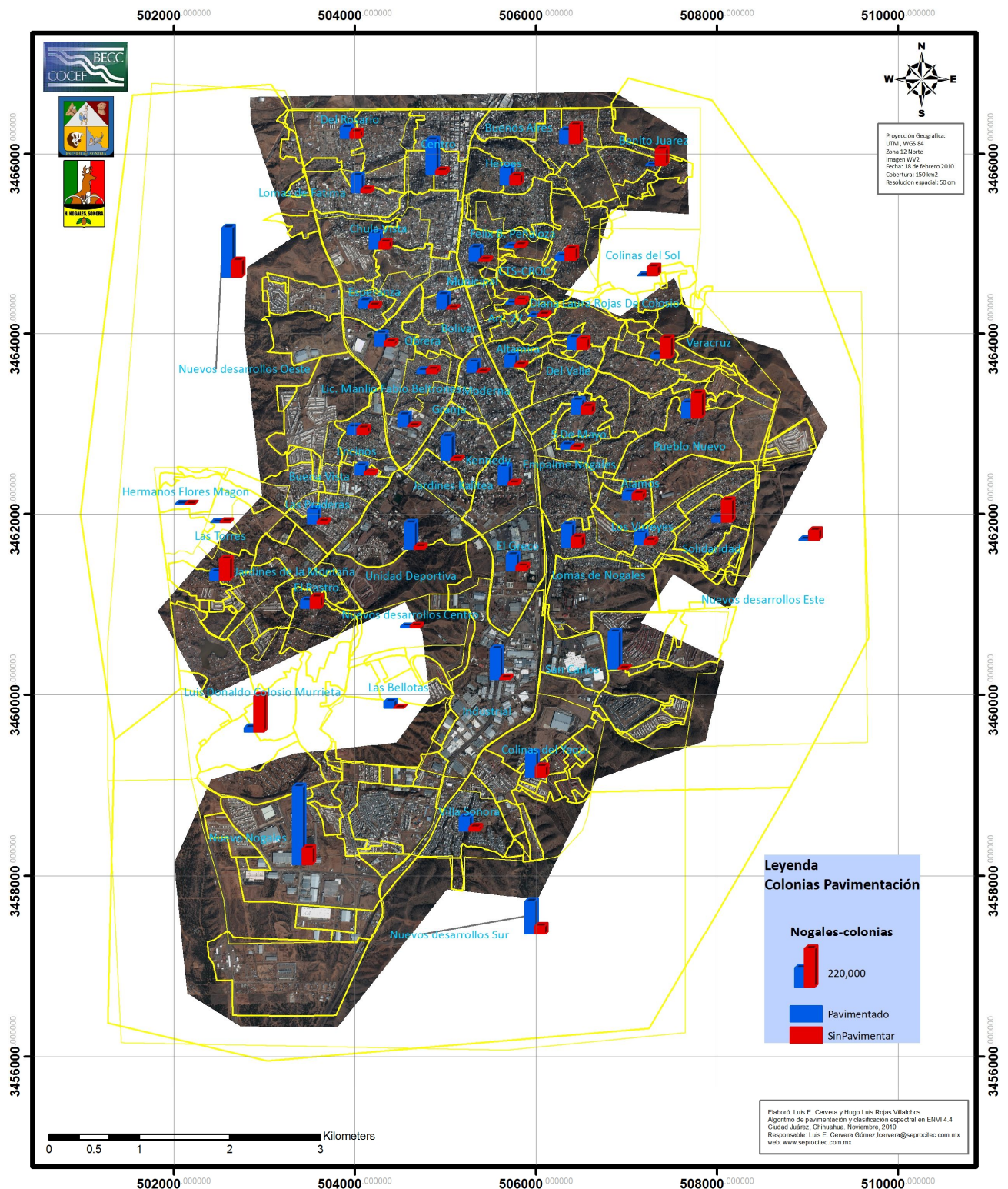
Mapa 2. Condiciones de Pavimentación por AGEB en Nogales, Sonora.



Mapa 3. Costos de pavimentación con concreto Hidráulico por Colonia en Nogales, Sonora.
Costo promedio estimado en zona Fronteriza por m2 = 605.00 pesos



Mapa 4. Costos de pavimentación con Asfalto por Colonia en Nogales, Sonora.
Costo promedio estimado en zona Fronteriza por m2 = 395.10 pesos



Mapa 5. Superficie pavimentada y sin pavimentar por colonia en Nogales, Sonora.