

**PRÁCTICA EMPRESARIAL EN INSPECCIÓN DE PROYECTOS DE
CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN DE PUENTES Y VÍAS EN AECOM
TECHNICAL SERVICES, INC.**

ANDRÉS FELIPE MENDOZA ROA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2015

**PRÁCTICA EMPRESARIAL EN INSPECCIÓN DE PROYECTOS DE
CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN DE PUENTES Y VÍAS EN AECOM
TECHNICAL SERVICES, INC.**

ANDRÉS FELIPE MENDOZA ROA

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero
Civil**

**Director:
ÁLVARO VIVIESCAS JAIMES
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2015**

AGRADECIMIENTOS

El autor quiere expresar sus agradecimientos al Ingeniero Javier Torrijos, quien con su perseverancia y apoyo hizo de estas prácticas un hecho. Al profesor Álvaro Viviescas por su apoyo y su tiempo en todo el proceso y al personal de AECOM; Bruce Kay, Bill Marshall, Wyatt Whittle, Frank Roccia y George Habbert Jr. por todas las enseñanzas en el campo administrativo y técnico. De la misma manera agradece a su familia y amigos por el apoyo brindado.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. MARCO TEÓRICO	16
2. LA EMPRESA	17
3. LOS PROYECTOS	19
4. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRÁCTICA PROFESIONAL	21
4.1 INSPECCIÓN DE CAMPO	21
4.1.1 Suministro de Materiales	22
4.1.2 Actividades de Concreto	24
4.1.3 Trabajos Eléctricos	27
4.1.4 Fresado y Pavimentación	31
4.1.5 Delineación de las Vías	37
4.2 LLEVAR REGISTROS Y DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO.	39
4.3 MANTENER CONTACTO CONSTANTE CON EL DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE	44
4.4 PROMOVER LA SEGURIDAD	44
5. APORTE	48
5.1 PAVIMENTACIÓN	48
5.2 TRABAJOS ELÉCTRICOS	51
5.2.1 Bases de Mástil, Tipo 3	51
5.2.2 Cajas de Conexiones	54
5.2.3 Ductos Subterráneos	55
5.3 TRABAJOS DE CONCRETO	56
5.3.1 Islas Triangulares Canalizadoras de Tráfico	57

5.3.2 Accesos Peatonales	58
6. LECCIONES APRENDIDAS	60
7. CONCLUSIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	62
REFERENCIAS	64
ANEXOS	66

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de Delaware.	19
Figura 2. Gradación de base tipo-B.	23
Figura 3. Ajuste de Alcantarillas	24
Figura 4. Reemplazo de Canaletas y Bordillos	25
Figura 5. Construcción de Rampas peatonales.	26
Figura 6. Ajustes de Sumideros	26
Figura 7. Construcción de Isla Canalizadora de Tráfico	27
Figura 8. Preparación de la Base de Cabina de Control	28
Figura 9. Base de Mástil (Fundación)	28
Figura 10. Instalación de Caja de Conexiones	29
Figura 11. Instalación de Ductos para Circuito Subterráneo	30
Figura 12. Instalación de Detectores de Tráfico	30
Figura 13. Detalle de los Detectores de Tráfico.	31
Figura 14. Daños en la capa de rodadura	32
Figura 15. Operación de Fresado.	32
Figura 16. Operación de Pavimentación	34
Figura 17. Camión vertiendo material en el esparcidor.	35
Figura18. Detalle de operaciones de Pavimentación	35
Figura 19. Ajuste de pago por porcentaje de compactación.	36
Figura 20. Camión delineador de Vías.	37
Figura 21. Calle Fresada con delineaciones.	38
Figura 22. Símbolo Permanente de Ciclo Ruta.	39
Figura 23. Documento de Fuente, Isla Canalizadora de Tráfico	40

Figura 24. Tiquete de Recibido, Concreto de Cemento Portland.	41
Figura 25. Formato S.D.Q.	42
Figura 26. Camión Atenuador.	46
Figura 27. Auxiliar de Tránsito (Izq.).	47
Figura 28. Especificaciones Base de Mástil, Tipo 3.	52
Figura 29. Tabla de Datos de Bases de Mástil.	52
Figura 30. Medidas Caja de Conexiones tipo 11.	54
Figura 31. Tapa de Caja de Conexiones tipo 11.	54

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tiempo de espera entre volquetas para operaciones de pavimentación	50
Tabla 2. Promedio de tiempos en la construcción de Bases de mástil	53
Tabla 3. Promedio de tiempos en la instalación de Cajas de conexiones	55
Tabla 4. Promedio de rendimientos y consumos de mano de obra en la instalación de Ductos subterráneos	56
Tabla 5. Promedio de consumos de mano de obra en la Construcción de Islas Triangulares Canalizadoras de tráfico	58
Tabla 6. Promedio de consumos de mano de obra en la Construcción de Rampas de Accesos Peatonales	59

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Datos Operación de Pavimentación	66
ANEXO B. Datos Construcción de Bases de Mástil	69
ANEXO C. Datos de Instalación de Cajas de Conexiones	70
ANEXO D. Datos de Instalación de Ductos Subterráneos	72
Anexo E. Datos de Construcción de Islas Triangulares Canalizadoras de Tráfico	73
ANEXO F. Datos de Construcción de Rampas de Accesos Peatonales	74

RESUMEN

TÍTULO: PRÁCTICA EMPRESARIAL EN INSPECCIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN DE PUENTES Y VÍAS EN AECOM TECHNICAL SERVICES, INC

AUTOR: ANDRÉS FELIPE MENDOZA ROA**

PALABRAS CLAVE: Contratación, Inspección, Reportes Diarios de Construcción, Contratista, Cantidades de Obra.

DESCRIPCIÓN

En el transcurso de cuatro meses se recolectaron los datos en campo relacionados con las actividades desarrolladas por las cuadrillas de los contratistas y subcontratistas que trabajan para el Departamento de Transporte de Delaware (DelDOT, por sus siglas en inglés) en el área de Pavimentación y Rehabilitación. Las principales actividades inspeccionadas en el periodo de la práctica tuvieron lugar en la rehabilitación de las vías urbanas del Condado de New Castle, en el estado de Delaware en el Nordeste de los Estados Unidos y también en la reparación de emergencia del puente 1-83 de la autopista Interestatal 495 sobre el rio Christina, el cual es una vía prioritaria de comunicación entre los estados de Pennsylvania y Delaware. Los datos tomados diariamente, que incluyen tiempos de ejecución, herramientas, materiales, equipos, maquinaria necesaria y conformación de las cuadrillas fueron organizados en un formato de Excel. En este formato de Excel se procesó y se analizó la información que condujo a un numero de conclusiones que permitieron determinar en el campo si el progreso general de los trabajos hechos estaba por debajo, por encima o en el promedio del tiempo que realmente se necesita para concluir dicha actividad. Para dar una mejor perspectiva al inspector acerca del tiempo que los contratistas necesitan para concluir los hitos más relevantes del proyecto en cualquiera de sus fases, se propuso realizar una "Tabla de rendimientos" de actividades destacadas hechas por los contratistas y subcontratistas.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingeniería Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Álvaro Viviescas Jaimes, Ingeniero Civil

ABSTRACT

TÍTULO: BUSINESS PRACTICE INSPECTION OF CONSTRUCTION PROJECTS AND REHABILITATION OF BRIDGES AND ROADS IN AECOM TECHNICAL SERVICES, INC*

AUTHOR: ANDRÉS FELIPE MENDOZA ROA**

KEYWORDS: Engagement, Inspection, Inspector's Daily Report, Contractor, Work quantities.

DESCRIPTION

During a period of four months data was collected related to the activities of contractors and subcontractors working for the Delaware Department of Transportation (DelDOT, for its acronym in English) in the area Paving and Rehabilitation field. The main activities inspected in the period of practice took place in the rehabilitation of roads in the New Castle County, Delaware in the Northeastern United States and also in the emergency repair of the bridge 1-83 Interstate 495 on the Christina River, which is a primary way of communication between the states of Pennsylvania and Delaware. Data taken daily, including runtimes, tools, materials, equipment, machinery and human resources were organized in an Excel format. In this Excel format was processed and analyzed the information that led to a number of conclusions which allowed to determine in the field if the overall progress of the work done was below, above, or the average time that is really needed to complete that activity. To give a better perspective to the inspector about the time that contractors need to complete the most important milestones of the project at any stage, it was proposed to make a "Table of performances" of prominent activities done by contractors and subcontractors.

* Degree work

** Faculty of Engineering physicomechanical. School of Civil Engineering. Director: Álvaro Viviescas Jaimes, Civil Engineer

INTRODUCCIÓN

AECOM Technical Services es una firma de ingeniería con aproximadamente cien mil empleados prestando servicios en más de ciento treinta países. Algunas de sus áreas de servicio son aeronáutica, transporte, autopistas, puentes, planeación y puertos marítimos entre otras. Reconocida a nivel mundial por sus altos estándares de calidad ha figurado en la revista Engineering New Records dentro de las mejores tres compañías a nivel mundial en las divisiones de diseño puro, construcción general, transporte, diseño verde y plantas de tratamiento de aguas negras [1].

Actualmente la compañía presta, entre otros, servicios de Inspección para el Estado de Delaware- Estados Unidos- en contratos cuyo principal objetivo es mejorar el estado de las vías urbanas y garantizar accesos peatonales a personas con discapacidades físicas.

Vale la pena resaltar la importancia del inspector en la obra, pues sus labores determinan si la calidad final del proyecto es baja, media o alta; ya que sus facultades y conocimientos deben permitirle reconocer si los trabajos en marcha o materiales usados cumplen con las normas establecidas por el Estado.

El Estado paga a los contratistas por los trabajos realizados y aceptados mensualmente con base en los informes diarios realizados por los inspectores asignados a determinados proyectos. En estos reportes, que deben tener las características implementadas por el Departamento de Transporte, se reflejan las cantidades de obra hechas, los materiales usados y acontecimientos relevantes de cada día trabajado.

Debido a la diversidad en la conformación de cuadrillas, métodos y equipos que tienen los contratistas en el Estado, es difícil tener una referencia general de los rendimientos de todos ellos, por esta razón, se consideró realizar un documento, dirigido a los inspectores que contenga información específica de los contratistas con quienes se trabajó en esta práctica. El documento permitirá al inspector tener una idea objetiva del tiempo que será empleado en las actividades venideras y así dar sugerencias, implementar cambios o prevenir que estas obras coincidan con eventos importantes o estados del clima desfavorables.

1. MARCO TEÓRICO

Administración de la Construcción

La Administración de la Construcción es definida como un sistema integrado de métodos aplicables a la dirección de todas las fases de los proyectos de construcción, abarcando los procedimientos técnicos necesarios desde su inicio o concepción a nivel de ideas y/o planes hasta su construcción y posterior finalización. Éste Proceso incluye las etapas de planificación, programación, implementación, dirección y control de proyectos. Constituyéndose de esta manera en toda una metodología racional de llevar a cabo las funciones de la administración, formada por un conjunto integral de procesos y técnicas organizadas.

El primer desafío de la gestión de proyectos es asegurarse de que el proyecto sea entregado dentro de los parámetros definidos. El segundo es la asignación y la integración de las entradas necesarias para resolver esos objetivos predefinidos. El proyecto, por lo tanto, es un sistema seleccionado de actividades definidas para utilizar los recursos (tiempo, dinero, recursos humanos, materiales, energía, espacio, provisiones, comunicación, calidad, riesgo, etc.) para resolver los objetivos predefinidos [2]

2. LA EMPRESA

La experiencia técnica y la excelencia en creatividad de AECOM provienen de una gran historia en la ingeniería, el desarrollo del ambiente y administración de proyectos de construcción así como del planeamiento y el desarrollo de nuevas compañías. Desde transporte, energía y sistemas de agua hasta el mejoramiento de comunidades y creación de nuevos entornos, la visión es constante: hacer del mundo un lugar mejor.

De acuerdo con los objetivos de estas prácticas, las áreas de orientación ofrecidas por la compañía fueron Gestión de Proyectos y Transporte

GESTIÓN DE PROYECTOS:

El programa de gestión de Proyectos está enfocado a ofrecer soluciones integrales para administrar cualquier tipo de proyecto independientemente del alcance y los objetivos del mismo. Desde su inicio hasta su conclusión, la compañía gestiona estos proyectos en la planificación, el diseño, la adquisición de los materiales de la construcción, la puesta en marcha y su liquidación. AECOM trabaja con sus clientes para evaluar y priorizar los requerimientos de grandes iniciativas de construcción.

A través de cada fase, AECOM está dedicado mantener el valor del proyecto, controlando costos, calendarios, alcance de los objetivos, mantenimiento de calidad y entrega de resultados de acuerdo a los requerimientos y presupuesto del dueño del proyecto [3].

TRANSPORTE:

AECOM es reconocido como un líder mundial en planeación, diseño, administración de proyectos y servicios de apoyo activo para las industrias de

autopistas y puentes. La compañía ha construido un impresionante portafolio, trabajando en todos los niveles de las industrias gubernamentales y privadas alrededor del mundo.

Las áreas de experiencia en transporte incluyen:

- Economía y Planeación del Transporte.
- Estudios y Factibilidad de nuevos Corredores.
- Diseño de Utopistas.
- Diseño de Puentes.
- Planeación de Tráfico.
- Análisis de Pavimentación.
- Sistemas Integrados de transporte [4]

3. LOS PROYECTOS

El propósito de estos proyectos, situados en el Condado de New Castle-DE, es realizar mejoras generales a las vías de las locaciones descritas a continuación.

Figura 1. Mapa de Delaware.



Fuente: CPR Safety & Training

PAVEMENT & REHABILITATION NORTH XV 2012: City of Newark

Locaciones:

	Loc. #1	Loc. #2	Loc. #3
Via	Barksdale Rd	Casho Mill Rd	Chestnut Hill Rd
Límite 1	MD Line	Elkton Rd.	Arbour Dr
Límite 2	Apple Rd.	Ruta 273	S. College Ave.
Longitud [m]	2206.75	2115.31	963.17

Valor estimado: 2.1 Millones de Dólares

PAVEMENT & REHABILITATION NORTH VI 2012: City of Wilmington

Locaciones:

	Loc. #1	Loc. #2	Loc. #3
Vía	Lancaster Pk.	Centerville Rd.	Greenbank Rd.
Límite 1	PA Line	Greenbank Rd.	Centerville Rd.
Límite 2	Centerville Rd.	Lancaster Pike	Centre Rd.
Longitud [m]	8686.80	2694.43	463.30

Valor estimado: 5.7 Millones de Dólares

Dependiendo de los fondos disponibles, el Departamento se reserva el derecho de añadir o eliminar locaciones y/o cantidades de obra de los contratos. Sin embargo, las adiciones o eliminaciones de las cantidades en los contratos no deben ser motivo para el alza o la baja de precios ofrecidos por los contratistas. [5]

4. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRÁCTICA PROFESIONAL

Los inspectores deben mantener un profundo conocimiento de los planos y mantener contacto con el proyecto para así alcanzar los objetivos con los menores inconvenientes posibles a la comunidad, las instalaciones de los servicios públicos y la industria local. En orden de cumplir todas las metas, los Inspectores deben trabajar en lo que se conoce como “Control de Construcción”. Esto significa usar una combinación de experiencia, entrenamiento, juicio y sentido común en la inspección del proyecto. Estos factores, para ser efectivos, deben aplicarse constantemente desde el principio del proyecto hasta su finalización. El propósito de todo lo anterior es pasar los diseños existentes a un servicio activo de vías y facilidades peatonales.

El Departamento de Transporte asigna a un grupo de inspectores liderado por un supervisor para que administren el proyecto. La administración de un proyecto incluye la inspección a los trabajos realizados por los contratistas y subcontratistas, el mantenimiento de los registros y documentos pertinentes al proyecto, mantener contacto constante con el Departamento de Transporte y promover la seguridad tanto del público como del personal que trabaja en la obra.
[6]

4.1 INSPECCIÓN DE CAMPO

La inspección es un trabajo personal y directo que debe hacerse en todas las fases del proyecto para que este cumpla con todos los planos y Especificaciones aplicables.

Un proyecto de Pavimentación y Rehabilitación puede dividirse en cinco ejes importantes: suministro de materiales, actividades de concreto, trabajos eléctricos, fresado y pavimentación y demarcación de las vías; que a su vez tienen distintas actividades o aspectos a considerar a la hora de realizar la inspección.

Es de destacar que los ejes que se describirán a continuación son aplicables a cualquier proyecto de la misma naturaleza.

4.1.1 Suministro de Materiales. Sin importar si el material mismo es un ítem de pago o está incluido dentro del precio de otra actividad, es necesario verificar su idoneidad para ser admitido en la obra. Consecuentemente se muestran las características relevantes de los tres materiales más usados en estos proyectos y el método de su inspección.

❖ **Agregado para Bases, tipo B**

En los proyectos de Pavimentación y Rehabilitación, esta base es usada generalmente para preparar las fundaciones de ítems como aceras, rampas de accesos peatonales y las islas de canalización de tráfico. Aunque en algunas actividades el suministro de este material está incluido dentro del precio final, es necesario verificar que se cumplan los requisitos establecidos por las Especificaciones Estándar, ya que de estas depende la estabilidad de dichos ítems. Las características del material recibido se verifican por medio del ticket de entrega, donde también se constata que viene de una planta aprobada por el estado.

Este material consiste en agregado grueso mezclado con segmentos triturados de la escoria del concreto de cemento portland. El material debe estar libre de arcilla, compuestos orgánicos, tierra y fragmentos de barras de refuerzo, ver figura #2

Figura 2. Gradación de base tipo-B.

<i>Sieve Size</i>	<i>WEIGHT PERCENTAGE PASSING</i>	
	<i>Type A (CR-1)</i>	<i>Type B (Crusher Run)</i>
2 1/2" (63 mm)	100	---
1 1/2" (37.5 mm)	---	100
1" (25.0 mm)	50 - 80	---
3/4" (19.0 mm)	---	50 - 95
No. 4 (4.75 mm)	20 - 50	20 - 50
No. 10 (2.00 mm)	---	15 - 40
No. 20 (850 µm)	10 - 30	---
No. 100 (150 µm)	2 - 20	2 - 20

Fuente: DeIDOT-Standard Specifications for Road & Bridge Construction

❖ **Mezcla Caliente, Concreto Bituminoso.**

Este material es usado con dos fines. El primero es rellenar temporalmente los huecos hechos en consecuencia de las actividades de concreto. El segundo, y más importante, es la pavimentación de la vías. Por medio de los tiquetes de entrega, el inspector debe asegurarse que el contratista adquiera el producto en una planta certificada. Las plantas proveedoras garantizan que las mezclas cumplan las características establecidas por la AASHTO

Además de esto, el contratista debe tomar muestras de este material veinticuatro horas después de ser puesto y compactado en la vía. Las muestras son tomadas en los lugares especificados por el Departamento y posteriormente enviadas a los laboratorios para ser analizadas.

❖ **Concreto de Cemento Portland, Clase B**

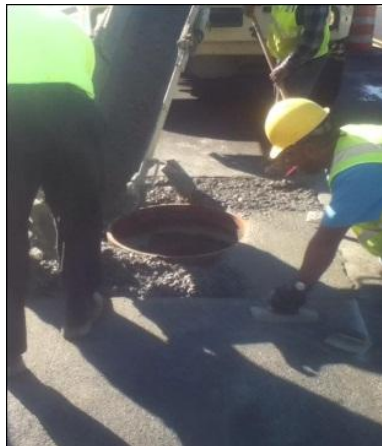
En este tipo de proyectos, el concreto Clase B es el más común. El Estado dispone de inspectores en las plantas de materiales quienes verifican que las mezclas se están haciendo bajo las normas establecidas en las Especificaciones Estándar. El inspector de campo, por su parte, debe asegurarse que este material

llegue a la obra antes de 45 minutos si no está siendo transportado en un equipo mezclador, si está siendo transportado en una mezcladora, el tiempo se extiende a 60 minutos. De presentarse la situación en que el producto llega después de los límites de tiempo, este debe ser rechazado.

Además de la verificación de los recibos de entrega, laboratorios móviles del Estado visitan las obras aleatoriamente y toman muestras del concreto que se está usando, determinando inmediatamente si el material es apto para usarse o no. [7]

4.1.2 Actividades de Concreto. El ajuste de las alcantarillas debe realizarse dentro de los siguientes siete días después de finalizada la pavimentación. El objetivo es que los vehículos no sientan una variación de alturas entre la vía y estos drenajes. A excepción de esta, todas las actividades relacionadas con el concreto podrían considerarse como la etapa inicial de un proyecto de Rehabilitación y Pavimentación, ver figura #3.

Figura 3. Ajuste de Alcantarillas



El subcontratista especializado en este material debe encargarse principalmente de los ajustes, reparaciones, reemplazos o construcciones totales de los drenajes de las vías tales como alcantarillas o sumideros, bordillos, canaletas, rampas peatonales e islas triangulares canalizadoras de tráfico.

Las canaletas y los bordillos generalmente se construyen homogéneamente y se pagan bajo el mismo ítem, la necesidad de su reemplazo está en evitar que las fallas como resquebrajamiento o grietas de unas secciones se extiendan a otras.

Figura 4. Reemplazo de Canaletas y Bordillos



El Departamento de Transporte está comprometido en garantizar a los peatones- en especial a aquellos con limitaciones físicas- senderos seguros y cómodos para su tránsito. Estas rampas son construidas con espacios amplios y pendientes cómodas para facilitar la movilidad de las personas en sillas de ruedas.

Figura 5. Construcción de Rampas peatonales.



Estos sumideros tienen más de cuatro décadas de haber sido construidos, sus muros están hechos de ladrillos que con el pasar del tiempo se han deteriorado. Sus rejillas también son reemplazadas por la misma razón.

Figura 6. Ajustes de Sumideros



Las islas canalizadoras de tráfico existentes se reemplazan por no contar con accesos peatonales, además de no coincidir con los nuevos diseños del patrón de señalización de la vía.

Figura 7. Construcción de Isla Canalizadora de Tráfico



Cada uno de estos ítems debe seguir sus planos, especificaciones o detalles pertinentes, sin embargo es común que los planos deban revisarse y modificarse debido a que las condiciones en campo son diferentes a las esperadas por los diseñadores.

4.1.3 Trabajos Eléctricos. Los semáforos existentes y que se encuentran suspendidos en cables serán reemplazados por otros soportados por un mástil. Además de esto, el circuito subterráneo también debe ser nuevo y una caja de control es suministrada en cada intersección para que los oficiales de tránsito puedan manejar las luces a su necesidad.

Los alcances del contrato en esta área van hasta la instalación de los ductos subterráneos de los circuitos, la instalación de las cajas de conexiones, las bases en concreto de las cabinas de control y las fundaciones de los mástiles. A partir de ese punto el Estado se encarga de activar los circuitos, instalar la cabina de control en cada intersección e instalar los semáforos.

Figura 8. Preparación de la Base de Cabina de Control



Figura 9. Base de Mástil (Fundación)



Con el pasar del tiempo los circuitos subterráneos necesitaran de inspecciones o mantenimientos, es por esto que se instalan cajas de conexiones en los circuitos. Su función es facilitar la revisión de los cables, y eventualmente realizar remplazos o reparaciones desde estos puntos. Así, concentrándose en las secciones con los problemas, se evita que todo el circuito deba ser reemplazado.

Figura 10. Instalación de Caja de Conexiones



Hay dos formas de instalar los ductos subterráneos y cada una de ellas obedece a una razón. Uno de los métodos, el más sencillo, es cavar una trinchera de 2.5 ft de profundo (≈ 0.76 m) a mano o con ayuda de una retroexcavadora. Los ductos en estas trincheras conectan las cajas de conexiones, los semáforos y la cabina de control siempre y cuando estén en la misma esquina de la intersección. El segundo método - más delicado- usa un taladro especial que puede instalar los ductos sin la necesidad de alterar la superficie. Los operadores de esta máquina usan un radar que les permite esquivar otras instalaciones como ductos de agua, ductos de gas o líneas telefónicas. La razón de ser del método es instalar estos ductos atravesando las calles sin alterar el pavimento y no interrumpir el flujo normal de vehículos.

Figura 11. Instalación de Ductos para Circuito Subterráneo



Después de que la vía ha sido pavimentada, los electricistas regresan a instalar los detectores de tráfico, cuya función es optimizar las decisiones de los semáforos a la hora de dar el derecho de la vía. Se instalan a 1 pulgada de profundidad (≈ 2.5 cm) y forman un campo electromagnético que es interrumpido por los vehículos cuando se detienen sobre los detectores, creando así una señal que está sincronizada con los semáforos de la intersección.

Figura 12. Instalación de Detectores de Tráfico



Figura 13. Detalle de los Detectores de Tráfico.



4.1.4 Fresado y Pavimentación. En la temporada de invierno, inspectores del estado acompañados por inspectores de diversas firmas de ingeniería hacen evaluaciones de las vías urbanas por las cuales han recibido quejas de la comunidad debido a su mal estado. Luego de hacer las respectivas visitas técnicas, evaluaciones y hacer un balance, se decide cuales proyectos deben ejecutarse con prioridad teniendo en cuenta factores como el tiempo que ha pasado desde la última rehabilitación, tipo de fallas, aumento de tráfico e incluso decisiones políticas.

La filosofía del estado es hacer un mantenimiento a las vías urbanas en periodos de diez años (promedio) y así evitar hacer reparaciones mayores que en consecuencia generarían más costos.

Figura 14. Daños en la capa de rodadura



En los dos proyectos inspeccionados en estas prácticas, la rehabilitación al pavimento fue la misma: remplazo de 2 pulg (≈ 5.1 cm) de la capa de rodadura.

A pesar de que esta fase del proyecto es la que tiene menos duración, es la más importante y también la más costosa, por esto se presta especial cuidado.

Fresado:

Figura 15. Operación de Fresado.



El inspector en esta etapa del proyecto debe asegurarse que

- ✓ El contratista cuenta con personal de tránsito suficiente para cerrar las calles que intersectan la vía del proyecto.
- ✓ Hay policías de tránsito que acompañan al personal de la obra en puntos críticos de alta afluencia de tráfico.
- ✓ El personal de la obra cuenta con los elementos de seguridad necesarios: Botas de seguridad, chaleco reflector y radios (para los auxiliares del tránsito)
- ✓ El material de residuo, resultado de la operación de fresado, sea transportado en volquetas autorizadas y dispuesto en terrenos certificados para su apilamiento.
- ✓ El espesor de capa de rodadura retirado debe estar acorde con las especificaciones del contrato, para estos casos 2 pulg (≈ 5.1 cm).
- ✓ Debido a que después del fresado de la vía, esta queda 2 pulgadas por debajo de las vías que la intersectan, se deben hacer unas rampas de transición para que los conductores no sientan un cambio brusco en la diferencia de alturas. Esta transición tiene una relación de 1 pie de ancho por cada pulgada de capa de rodadura retirada. Estas transiciones también deben hacerse alrededor de las alcantarillas y cualquier otro sobresalto que sea resultado de la operación de fresado.
- ✓ Al final del día, la vía esté libre de residuos y lista para que el público la use.
- ✓ La vía sea delineada con pintura temporal para garantizar la seguridad de los conductores y peatones.
- ✓ Los contratistas reciben el pago que corresponde a la unidad de pago llamada “Yarda Cuadrada – Pulgada” (SY-IN). Es una unidad de área (Yarda Cuadrada) por una unidad de longitud, en este caso la profundidad y es medida en pulgadas. El inspector debe tomar la información del ancho de la vía cada 100 pies (≈ 30.5 m), hacer los cálculos totales del área fresada y multiplicar este valor por las 2 pulgadas de profundidad que son constantes.

Pavimentación.

Figura 16. Operación de Pavimentación



El inspector en esta etapa del proyecto debe asegurarse que:

- ✓ El contratista cuenta con personal de tránsito suficiente para cerrar las calles que intersectan la vía del proyecto.
- ✓ Hay policías de tránsito que acompañan al personal de la obra en puntos críticos de alta afluencia de tráfico.
- ✓ El personal de la obra cuenta con los elementos de seguridad necesarios: Botas de seguridad, chaleco reflector y radios (para los auxiliares del tránsito).
- ✓ Las operaciones de pavimentación deben iniciarse dentro de los próximos siete días de finalizarse el fresado de la vía.
- ✓ El material usado en la pavimentación provenga de plantas certificadas por el Departamento de Transporte.
- ✓ Hay suficientes camiones para garantizar que mínimo 100 Toneladas de material se entreguen por hora.

Figura 17. Camión vertiendo material en el esparcidor.



- ✓ Cada carga de material que se admita en el proyecto tenga un ticket de entrega. Este ticket debe tener la siguiente información: fecha, número de contrato, número de ítem, nombre del material, temperatura con la que el material sale de la planta, hora de salida de la planta, sello del inspector de materiales del estado que aprueba la carga y peso neto de la carga, entre otros.

Figura18. Detalle de operaciones de Pavimentación



- ✓ El material no haya tenido una pérdida de temperatura mayor a los 11° C en el transcurso en que la volqueta parte de la planta y llega a la obra. La mezcla sale de la planta con una temperatura entre los 120° C y 175° C.
- ✓ Todos los recibos de entrega sean debidamente cuantificados y archivados.
- ✓ Se elaboren los reportes con los cuales se le paga al contratista. Esta actividad es pagada por la cantidad total de toneladas de material puestas y compactadas. Además de este pago, el contratista recibe un pago doble en las toneladas que han sido usadas para pavimentar secciones como lo son entradas a otras calles o “driveways”. Estas entradas deben tener longitudes superiores a 3 pies (≈ 0.9 m) pero menores a 100 pies (≈ 30.5 m) y dicho pago se hace para compensar al contratista por la baja productividad que envuelven estas áreas.
- ✓ El contratista entrega 24 horas después al Departamento de Transporte muestras del material compactado. En las muestras se analizan los grados de compactación que tiene la nueva capa de rodadura y dependiendo de los resultados, el contratista puede recibir el 100% del pago del trabajo, bonificaciones o penalizaciones de acuerdo a las siguientes categorías. [8]

Figura 19. Ajuste de pago por porcentaje de compactación.

Degree of Compaction (%)	Pay Adjustment Factor (%)
>96	-100*
95	+2
94	+2
93	+2
92	+2
91	+1
90	+1
89	0
88	0
87	-15
86	-25
85	-30
84	-100*

Fuente: DeIDOT- Standard Specifications for Road & Bridge Construction

Sin embargo esta prueba no se realiza en todas las secciones de la vía, ya que hay áreas en las que resulta difícil tener grados de compactación óptimos. Las áreas en las que no se realizan las pruebas deben tener o menos de 100 pies de longitud (≈ 30.5 m), menos de 5 pies de ancho (≈ 1.5 m) o que se pueda rellenar con menos de 100 toneladas de material. Para estas secciones el pago es del 100% independientemente del grado de compactación obtenido.

4.1.5 Delineación de las Vías

Figura 20. Camión delineador de Vías.



Fuente: zonestriping.com

El Departamento de Transporte presta especial cuidado a la seguridad tanto de los peatones como de los conductores. Una de las medidas de prevención de accidentes es delinear las calles en las que se realizaron operaciones de Fresado y Pavimentación, y una calle debe ser delineada obligatoriamente antes de ser abierta al público. Hay dos tipos de marcas: las temporales y las permanentes.

Las marcas temporales son usadas en las vías que han sido fresadas o acaban de ser pavimentadas. Se usa una marcación temporal en la vía recientemente pavimentada porque las altas temperaturas de la mezcla asfáltica tienden a quemar la pintura, opacando los colores.

En la fase del fresado las marcas se limitan las líneas blancas en los extremos, las líneas amarillas separadoras de sentidos, las flechas en los carriles de giro y las líneas de pare; no se incluyen todos los detalles finales del diseño del patrón de tráfico.

Una vez pavimentada la vía, las marcas mencionadas anteriormente en la fase del fresado se vuelven a pintar, pero además de estas, también se pintan los pasos peatonales, conocidos también como “cebras”.

Figura 21. Calle Fresada con delineaciones.



Fuente: Delawarebikers.org

Dos semanas después de terminar con la pavimentación de la vía, el subcontratista encargado de la señalización regresa con una pintura de mejor calidad, resistente al cambio de temperaturas y con características reflectivas. Todos los detalles del patrón de tráfico como los símbolos de ciclo rutas, flechas de giro y “cebras” son incluidas en esta fase.

Figura 22. Símbolo Permanente de Ciclo Ruta.



Fuente: Christiana Clark G Foundation.

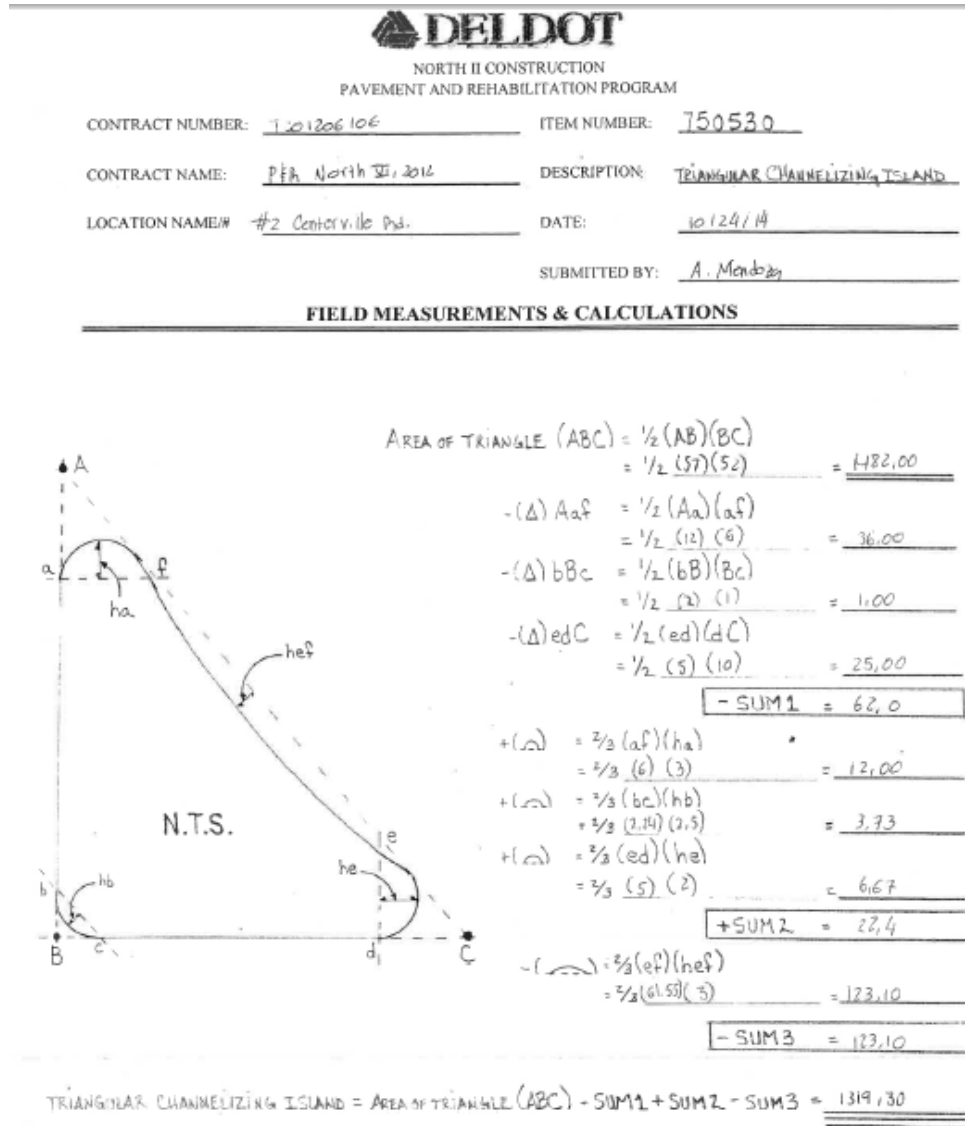
4.2 LLEVAR REGISTROS Y DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO.

Los estimadores del Departamento de Transporte son los encargados de autorizar los pagos al contratista principal de la obra. Las estimaciones se hacen en base a los reportes del inspector, cuya estructura consiste en los documentos de fuente, el resumen diario de cantidades y el reporte diario del inspector.

Tomando por ejemplo el reporte del 24 de Octubre del 2014 del Contrato T201206106 "Pave & Rehab North VI 2012" se enseña parte de un reporte típico entregado al Departamento de Transporte.

Los documentos de fuente son formatos estándar para cada ítem en los cuales se registran las cantidades que han sido ejecutadas por los contratistas y medidas o calculadas por el inspector.


Figura 23. Documento de Fuente, Isla Canalizadora de Tráfico



En los documentos de fuente se aclaran los lugares exactos donde se realizaron las actividades del día y método de cálculo de las cantidades que se pagarán al contratista. Por tomar como ejemplo el anterior documento de fuente se tiene que para la Isla Canalizadora de Tráfico se pagarán 1.319,30 Pies cuadrados ($\approx 122.57 \text{ m}^2$)

Los tickets de recibido de materiales tienen que ser considerados como documentos de fuente incluso si su uso está incluido en el precio de otra actividad, en este caso la construcción de la Isla Canalizadora de Tráfico. Los tickets se archivan para tener registro de sus características y planta de procedencia, ver figura #24

Figura 24. Tickete de Recibido, Concreto de Cemento Portland.



Bear Materials, LLC
 4048 NEW CASTLE AVE. • NEW CASTLE, DE 19720
 PLANT: (302) 834-3333 • OFFICE: (302) 658-5241

DELIVERY COPY
 CONTROL #
286150

TRANSIT MIX CONCRETE
RADIO DISPATCHED

SOLD TO:
 STRIALLOT
 STRIPE A LOT
 55 GERBAY DR

SHIP TO:
 CENTERVILLE RD - PAPE & BEHRE
 CENTERVILLE & FAULKLAND

TIME	FORMULA	LOAD SIZE	YARDS ORDERED	LOT #	DRIVER/TRUCK	USAGE	PLANT/TRANSACTION #
10:21:15 AM	B-3-SW	10,000	1,000		TRD TRUCK	TRANSPORT	
DATE	ORDERED BY	LOAD #	YARDS DEL.	BATCH #	PO #	SLMP	TICKET NUMBER
10-24-18	DENNIS	0	1,000		10110010	100	100100

WARNING
IRRITATING TO THE SKIN AND EYES
 Contains Portland Cement, Wear Rubber Boots and Gloves. PROLONGED CONTACT MAY CAUSE BURNS. Avoid Contact with Eyes and Prolonged Contact with Skin. In Case of Contact with Skin or Eyes, Wash Thoroughly with Water. If Irritation Persists, Get Medical Attention. KEEP CHILDREN AWAY.

CONCRETE is a HERRINGBONE COMMODITY and BECAME THE PROPERTY of the PROPRIETOR UPON LEAVING the PLANT ANY CHANGES in DIRECTION of ORIGINAL INSTRUCTIONS MUST BE TELEPHONED to the OFFICE BEFORE LOADING STARTS.

The seller's obligation is to pay all debts, including attorney's fees, incurred in collecting and enforcing.

All orders are paid when 10 days of delivery will first interest at the rate of 10% per annum.

Not Responsible for Reaches Aggregate or Cubic Quantity. No Claims Allowed Unless Made at Time Material is Delivered.

A \$15.00 Service Charge will be collected on all Returned Chassis.

Excess Delay Time Charge @ \$75.00/hr.

PROPERTY DAMAGE RELEASE
 (TO BE SIGNED IF DELIVERY TO BE MADE INSIDE CURB LINE)
 Dear Customer: The driver of this truck is providing this RELEASE to you for your signature as of the person that the size and weight of the truck may possibly cause damage to the premises under adjacent property if the placed the material in the yard where you desire it to be and wish to keep your liability clear. In order to do this the driver is requesting that you sign the RELEASE releasing him and his employer from any responsibility. Note: any damage that may occur to the premises under adjacent property including adjacent property, shall be the responsibility of the customer, and that you also agree to help him remove mud from the wheels of the vehicle on that day and after the vehicle is driven.

Further, in addition thereto, the undersigned agrees to indemnify and hold harmless the driver of this truck and his employer for any and all damage to the premises under adjacent property which may be caused by driver to cause, direct or indirect, if the driver is not SIGNED.

Excessive Water is Detrimental to Concrete Performance
 H₂O Added By Request/Authorized By
 GAL X
 WEIGHMASTER

NOTICE: MY SIGNATURE BELOW INDICATES THAT I HAVE READ THE HEALTH WARNINGS NOTICE AND SUPPLIER WILL NOT BE RESPONSIBLE FOR ANY DAMAGE CAUSED BY MY DELIVERING INSIDE CURB LINE.

LOAD RECEIVED BY:
 X *[Signature]*

QUANTITY	CODE	DESCRIPTION	UNIT PRICE	EXTENDED PRICE
2.00	B-3-SW	CLASS B-3-SW DEL. OCT		
1.00	FUEL	FUEL		
1.00	ENV CH	ENVIRONMENTAL CHARGE		

LEFT PLANT	ARRIVED JOB	START UNLOADING	TOTAL ROUND TRIP	UNLOADING TIME	DELAY REASON(S)
					<input type="checkbox"/> COLLIDER/TRE TRUCK <input type="checkbox"/> JOB NOT READY <input type="checkbox"/> SLOW DOWN OR STOP <input type="checkbox"/> TRUCK WEDGE ON JOB <input type="checkbox"/> CONTRACTOR BROKE DOWN <input type="checkbox"/> NEEDS PARTS <input type="checkbox"/> TRUCK BROKE DOWN <input type="checkbox"/> ACCIDENT <input type="checkbox"/> STATION <input type="checkbox"/> OTHER
RETURNED TO PLANT	LEFT JOB	FINISH UNLOADING	TOTAL AT JOB	DELAY TIME	

Una vez se tienen calculadas y registradas las actividades realizadas, se procede a diligenciar el formato "Resumen de Cantidades Diarias" (S.D.Q. por sus siglas en inglés). Hay un SDQ para cada locación del proyecto y están plasmados el

Por último, se hace el Reporte “Diario del Inspector” (I.D.R. por sus siglas en inglés), el cual resume todos los aspectos importantes del día laborado como la temperatura, el lapso de tiempo en el que se cerraron las calles, materiales recibidos, visitas del personal del estado, contratistas asistentes con su personal y equipos, cantidades a pagar y el personal de Inspección. Incluso los días en que el contratista no trabaja por condiciones ambientales o días festivos, debe escribirse IDR explicando la razón del por qué no hubo actividad.

La compilación de todos los reportes diarios constituye un Diario, el cual es considerado como el registro oficial de los eventos pertinentes al proyecto. El Diario debe contener registros completos del proyecto, empezando desde el primer día de pago al contratista y debe continuar hasta el día de la inspección final. La información incluida aquí debe de ser concisa y completa, sus actualizaciones deben ser diarias y siempre deben estar al día, así mismo, las descripciones de los procedimientos no deben ser extensas ni breves.

El Diario debe incluir:

- Información del clima.
- Naturaleza y ubicación del proyecto.
- Personal y equipo utilizado.
- Materiales recibidos y aprobados.
- Instrucciones escritas y orales o aprobaciones dadas al contratista.
- Fechas de hitos, tales como aperturas parciales o totales de las vías del proyecto.
- Visitantes al proyecto de parte del Departamento de Transporte.

Los registros adecuadamente hechos son de gran importancia para todos los proyectos y son de gran valor cuando se debate con un reclamo hecho por un contratista, pues nunca pueden considerarse como un elemento innecesario, ya que legalmente este tipo de registros nunca serán remplazados por la memoria. [9]

4.3 MANTENER CONTACTO CONSTANTE CON EL DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE

La comunicación entre los contratistas y el Departamento de Transporte es directa, sin embargo los inspectores generalmente intervienen en las reuniones y las decisiones que allí se tomen. Debido a que la firma de ingeniería que realiza la inspección del proyecto es la representación del estado y su presencia en este es constante, los contratistas se acercan a los inspectores para aclarar dudas que vengan del trabajo. Usualmente todos los inconvenientes o dudas de los contratistas se pueden resolver con el inspector pero en ocasiones es necesario transmitir estas preguntas a los diseñadores o al ingeniero del área, pues el alcance de las decisiones del inspector es más limitado. Por ejemplo, el cambio del diseño de un circuito o el relevo de una compañía subcontratista por otra son decisiones que solo pueden ser aprobadas por el estado, con la opinión de la firma inspectora.

Los inspectores informan al ingeniero del área sobre los progresos del proyecto mediante los diarios de construcción, donde además de encontrarse las cantidades que se han ejecutado hasta la fecha, también se encuentran observaciones de interés para el estado que verifican si los contratistas están cumpliendo con su parte del contrato.

4.4 PROMOVER LA SEGURIDAD

Los proyectos deben desarrollarse en un ambiente que busque la seguridad de los conductores, los peatones y el personal que trabajen las obras, por ello se toman medidas como dar a los residentes y comerciantes del área adyacente a los

proyectos una nota escrita que informe los alcances del proyecto, horas de trabajo, fechas en las que se sabe no habrán actividades, información de contacto de los contratistas, subcontratistas e ingeniero del área. Esta nota debe entregarse a la comunidad con un mínimo de 48 horas de anticipación al inicio de la obras.

Los contratistas deben mantener disponibles los accesos peatonales en todo momento durante el proyecto. Las rocas, la grava o la tierra no son materiales permitidos para usarse como superficie de estos accesos; además deben suministrar en cada proyecto un supervisor certificado de la Asociación Americana de Servicios de Seguridad del Tráfico.

Algunas de las medidas informativas y de seguridad del tránsito se detallan a continuación.

❖ **Panel Portátil de Mensajes Variables.**

El público debe conocer que en los próximos días se cerrarán parcial o totalmente las calles en las que se adelantarán las obras. Los mensajes deben tener las fechas en las que se harán los cierres al igual que el horario de las actividades, de esta manera las personas podrán buscar rutas alternativas o programarse para los posibles retrasos generados por la construcción.

❖ **Oficiales de Tránsito.**

Los oficiales son requeridos en zonas de alta velocidad o de alta concurrencia. Estos oficiales pueden provenir de la policía de la ciudad, municipal, del condado o del Estado dependiendo de la jurisdicción. El objetivo de contar con oficiales de tránsito es que su presencia obligue a los conductores reducir la velocidad y así garantizar la seguridad del público como la seguridad del personal de la obra.

❖ **Camión Provisto de un Atenuador, Tipo II.**

Estos camiones deben ubicarse estratégicamente en lugares de altas posibilidades de accidentes debido al cierre de carriles. En el caso de que un conductor no atienda a las señales instaladas por el contratista, el choque con este dispositivo ayudará a reducir tanto costos humanos como materiales. Los camiones tipo II son requeridos en vías con límites de velocidad superiores a las 40 mph (≈ 70 Km/h).

Figura 26. Camión Atenuador.



Auxiliar de Tráfico.

Estas personas son indispensables para la seguridad de todo proyecto de Pavimentación y Rehabilitación de vías, son ellos quienes velan por mantener al tráfico circulando por los carriles habilitados y proteger al personal de la obra. Los Auxiliares de tráfico deben estar aprobados por la Asociación Americana de Servicios de Seguridad del Tráfico y sus certificaciones se solicitan antes de que tomen posición en el trabajo.

Figura 27. Auxiliar de Tránsito (Izq.).



5. APORTE

5.1 PAVIMENTACIÓN

En el proyecto ejecutado en la ciudad de Newark se observó a la cuadrilla de pavimentación del contratista “HARMONY CONSTRUCTION”. El grupo, que no sufrió alteraciones durante los periodos de observación y toma de datos, constó de un operador de la máquina de pavimentación (Roadtec 175) y dos auxiliares de la misma, dos operadores de rodillos de compactación (Caterpillar) y tres obreros con herramienta menor que acompañaron la operación. 8 trabajadores en total.

Metodología

Se tomó el tiempo que le tomaba a la cuadrilla (excluyendo a los operadores de los rodillos de compactación) en descargar completamente el material de un camión y esparcirlo en la superficie previamente fresada.

A continuación se explica la información ingresada y calculada en la Tabla de Análisis de Datos:

Hora inicial: Hora en la que el camión empieza a descargar el material.

Hora final: Hora en la que el camión termina de descargar el material.

Tiempo Total: diferencia entre la hora final y la hora inicial de descarga de cada camión. [Min].

Tiempo de espera: Tiempo transcurrido entre la hora inicial de descarga de un camión y la hora final del anterior. [Min]

Toneladas: Peso neto del material en el camión [Ton]

Longitud: Longitud avanzada por el camión con la carga actual [ft]

Ancho: Ancho de la sección recorrida por el camión de la carga actual [ft]

Área: Producto entre el ancho y la longitud [SF]

Rendimiento: Toneladas dispuestas sobre unidad de tiempo [Ton/Hh]

Consumo de mano de obra: Tiempo necesario para instalar una tonelada de material, es el inverso del rendimiento. [Hh/Ton]

Rendimiento Material-Área: Cociente entre las toneladas usadas en una carga y el área que fue cubierta. [Ton/SF]

En total se procesó la información de 66 camiones, cuyo promedio en el rendimiento fue de 244.9047 [Ton/Hh] ($\sigma=75.9764$), en el consumo de mano de obra 0.0043 [Hh/Ton] ($\sigma=0.0015$), y el rendimiento de material por área 0.0130 [Ton/SF] ($\sigma=0.0023$).

[Anexo A]

El tiempo de espera entre un camión y otro es un factor fundamental en las operaciones de pavimentación, ya que la continuidad y productividad de la cuadrilla están ligadas a este tiempo. Este tiempo también depende de la distancia entre la planta de materiales al lugar de la obra así como del tráfico que halla en la ciudad entre otros factores. En los 3 días en los que se hizo toma de datos se contaron con 10, 5 y 12 camiones en el primer, segundo y tercer día respectivamente. Con el promedio de los tiempos de espera de cada día y el número de camiones empleados se realizó una regresión polinómica para calcular un tiempo estimado de espera.

Tabla 1. Tiempo de espera entre volquetas para operaciones de pavimentación

# Camiones	12	10	5
Te promedio [min]	2.3	3.0	8.14

$$Te = 0.0969n^2 - 2.4809 + 18.123 [min]$$

Donde:

Te= Tiempo de Espera

n=Número de camiones disponibles

Debido a las recomendaciones del Departamento de Transporte de instalar por lo menos 100 Toneladas por hora en una operación de pavimentación se puede ver que el tiempo está dentro de lo sugerido si se cuenta con 5 camiones o más.

$$100 \text{ Ton} * 0.0043 \frac{\text{Hr}}{\text{Ton}} = 0.43\text{Hr} \approx 26\text{Min}$$

Por lo tanto el tiempo total se puede expresar como:

$$26min + Te * (n - 1)$$

Aunque para transportar 100 Toneladas de Mezcla Asfáltica solo hacen falta 5 camiones).

$$26min + 8.14 * 4 = 59.63 \text{ mi}$$

La compactación es una operación que se realiza inmediatamente después del término de la instalación del material, por lo tanto su tiempo puede considerarse incluido dentro de la anterior fórmula.

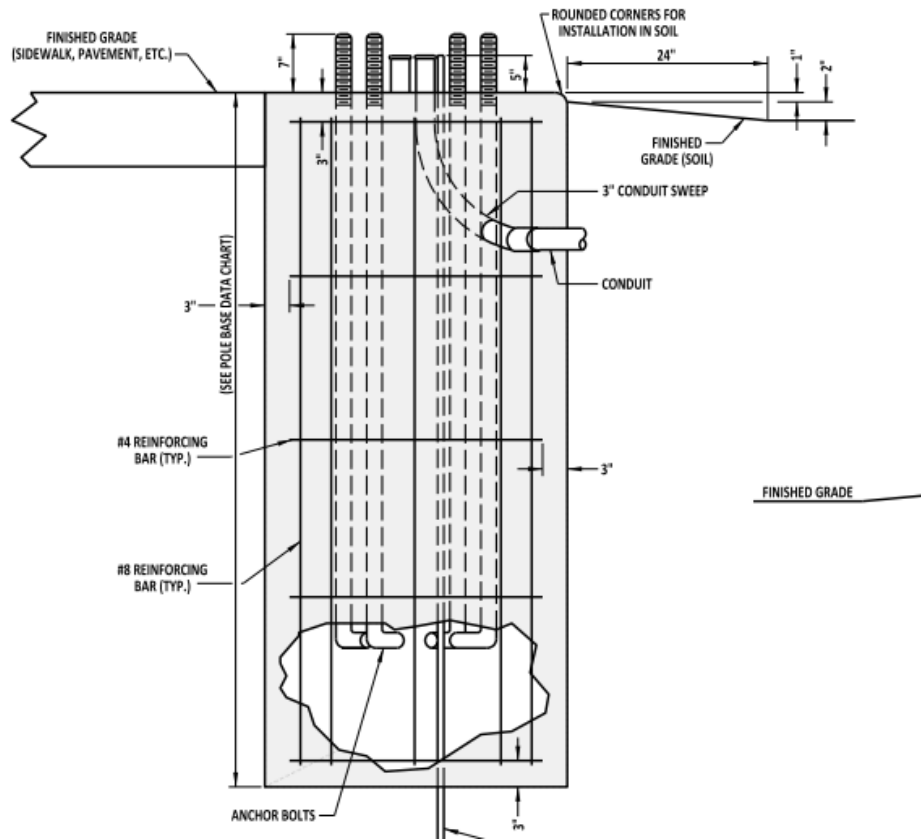
5.2 TRABAJOS ELÉCTRICOS

En el contrato T201206106 “Pave & Rehab North VI, 2012” de la ciudad de Wilmington, se observó al Sub Contratista B.W. ELECTRIC hacer los trabajos referentes al nuevo circuito de las intersecciones incluidas en este proyecto. Este grupo, estuvo dividido en dos y cada uno de ellos permaneció constante con sus respectivos capataces y el número de obreros. El primer grupo, de un capataz y dos obreros, manejó las instalaciones de las Cajas de Conexiones y la construcción de las fundaciones de los Mástiles donde eventualmente se instalarán los semáforos.

El segundo grupo, compuesto por el operador de la máquina perforadora y un auxiliar, se encargó de la instalación de los ductos subterráneos.

5.2.1 Bases de Mástil, Tipo 3. Las bases tipo 3 son pagas al contratista por unidad construida y el pago incluye el concreto Clase B, el refuerzo del acero y la mano de obra. El contratista, en todas las ocasiones llevaba desde sus instalaciones a la obra el refuerzo armado y listo para instalar, al igual que los moldes de madera de la superficie.

Figura 28. Especificaciones Base de Mástil, Tipo 3.



Fuente: DeIDOT-Standard Construction Details

Figura 29. Tabla de Datos de Bases de Mástil.

POLE BASE DATA CHART					
POLE BASE TYPE #	DIAMETER	DEPTH	#4 HORIZONTAL REINFORCING BARS	#8 VERTICAL REINFORCING BARS	CONDUITS
1	36"	7'-0"	5	8	2 - 3"
2	36"	10'-0"	6	8	2 - 3"
2A	48"	8'-0"	5	8	2 - 3"
2B	60"	7'-0"	5	8	2 - 3"
3	48"	10'-0"	6	8	2 - 3"
3A	60"	9'-0"	6	8	2 - 3"
3B	72"	7'-0"	5	8	2 - 3"
4	24"	2'-4"	NONE	NONE	2 - 2.5"
5	36"	4'-0"	NONE	NONE	2 - 3"
6	24"	6'-0"	4	8	2 - 3"
*7	48"	13'-4"	7	8	1 - 1", 2 - 3"

Fuente: DeIDOT-Standard Construction Details

Los datos tomados en cuenta para esta medición fueron el tiempo de la excavación del hoyo, la instalación del refuerzo y los ductos, el tiempo transcurrido entre la solicitud del material y la llegada del camión al sitio de la obra y por último la fundida de la base con los acabados en la superficie.

En la siguiente tabla se enseñan los promedios del tiempo [Hh] de cada una de las actividades antes descritas, en total se observó la construcción de 5 Bases. [Anexo B]

Tabla 2. Promedio de tiempos en la construcción de Bases de mástil

	E	R,D	TE	C	TT
Prom	0.93	1.42	1.70	0.80	5.05
Desv	0.10	0.26	0.82	0.21	0.76

E= Excavación.

R, D= Instalación de refuerzo y ductos.

TE= Tiempo transcurrido entre la instalación del refuerzo y la llegada de la mezcladora de concreto al lugar de la obra. [Hr]

C= Fundida de la base y acabados de superficie.

TT=Tiempo total de la construcción de la base

Consumo de mano de obra = 5.05 Hh/BM

Los equipos usados por B.W. ELECTRIC para la construcción de las bases fueron una volqueta, una retroexcavadora, barrena de 4 pies de diámetro y herramienta menor.

La instalación de las cajas se divide en tres pasos: Excavación del hoyo, puesta en sitio del elemento y posterior relleno. En esta actividad se observó la instalación de once cajas de conexiones, cuyo promedio de los tiempos [Hh] se refleja en la siguiente tabla [Anexo C]

Tabla 3. Promedio de tiempos en la instalación de Cajas de conexiones

	E	I	R	TT
Prom	0.45	0.52	0.28	1.24
Desv	0.09	0.27	0.16	0.41

E= Excavación.

I= Instalación de caja de conexiones

TT=Tiempo total de la construcción de la base

Consumo de mano de obra = 1.24 Hh/CC

5.2.3 Ductos Subterráneos. La instalación de estos ductos subterráneos de 4” de diámetro se paga por pie lineal instalado y conectado. El pago incluye los materiales, el equipo y la mano de obra, que para este caso es un operador y un auxiliar.

Se observó y recolectó información de esta actividad en 9 ocasiones, cuyos procesos importantes fueron los preparativos de la máquina perforadora, la perforación del suelo y por último la instalación del ducto. [Anexo D]

Por adelantado se puede asumir que los preparativos de la máquina son independientes a la cantidad de pies lineales [PL] a instalar. Por otro lado la perforación del suelo y la instalación del ducto si varían en relación a dicha

cantidad, por este motivo los análisis del tiempo de la configuración de la máquina se harán independientes.

Consumo de mano de obra en la configuración de la máquina perforadora:

0.92 Hh ≈ 0.55 [Min]

En la siguiente tabla se reflejan los promedios de los rendimientos y consumo de mano de obra de las 9 tomas de datos.

Tabla 4. Promedio de rendimientos y consumos de mano de obra en la instalación de Ductos subterráneos

	CMO [Hh/ PL]	Rendimiento [PL/Hh]
Promedio	0.04	23.56
Desv.	0.01	4.66

Consumo de mano de obra:

preparativos máq. + instalación duct.

$$0.92H + 0.04 \frac{H}{LF}$$

5.3 TRABAJOS DE CONCRETO

El Subcontratista observado en estas actividades fue STRIPE A-LOT en la ciudad de Wilmington, DE. Las dos actividades más relevantes hechas durante este proyecto fueron la construcción de los accesos peatonales a personas

discapacitadas y la reconstrucción de las islas triangulares canalizadoras de tráfico. Tanto las islas como los accesos peatonales deben seguir parámetros del Departamento de Transporte como lo son las pendientes máximas, anchos mínimos, tipo de fundación, bordillos o materiales a usar. Este tipo de características deben ser seguidas con especial cuidado, sin embargo estas estructuras generalmente varían en área construida según las características del espacio disponible. Debido a este motivo, las islas y las rampas peatonales son pagadas al contratista de acuerdo a la cantidad de pies cuadrados [PC] construidos y su pago incluye los equipos, los materiales y la mano de obra.

5.3.1 Islas Triangulares Canalizadoras de Tráfico. En tres diferentes intersecciones se reconstruyeron un total de 7 Islas, de las cuales se determinaron los siguientes procesos relevantes [Anexo E]

RI: Remover Isla existente

EB: Encofrado de Bordillos

FB: Fundir Bordillos

ER: Encofrado de Rampas

FR: Fundir Rampas

La reconstrucción de una isla le toma 5 días al contratista, no necesariamente consecutivos, y cada día obedece a una de las actividades previamente mencionadas. Aun así, la siguiente tabla refleja el promedio de los consumos de mano de obra para cada actividad.

Tabla 5. Promedio de consumos de mano de obra en la Construcción de Islas Triangulares Canalizadoras de tráfico

	CMO. [Hh/PC]				
	RI	EB	FB	ER	FR
Prom	0.00535	0.00486	0.00265	0.00247	0.00270
Desv	0.00054	0.00093	0.00098	0.00021	0.00096

La cuadrilla encargada de las islas estaba conformada por un capataz y 3 ayudantes. Los equipos usados fueron una retroexcavadora, un mini cargador con extensión de martillo hidráulico, dos volquetas y herramienta menor.

5.3.2 Accesos Peatonales. Para esta actividad se analizó la información de la construcción de 5 accesos peatonales en la ciudad de Wilmington. La cuadrilla siempre estuvo acompañada del mismo capataz, los obreros cambiaron aunque se mantuvieron en número (cuatro). Los equipos usados fueron una retroexcavadora, un mini cargador con extensión de martillo hidráulico, dos volquetas y herramienta menor. [Anexo F]

Las siguientes se determinaron como las actividades más relevantes de esta construcción.

RC= Remover concreto existente.

B= Formar, fundir y curar los bordillos.

ER= Formar cofres de la rampa y acera.

FR= Fundir y terminar acabados de superficie y curar la rampa y acera.

Estas actividades se hacen generalmente cada una en un día por separado y la siguiente tabla enseña los promedios del consumo de mano de obra de cada una de ellas.

Tabla 6. Promedio de consumos de mano de obra en la Construcción de Rampas de Accesos Peatonales

Consumo de mano de obra				
Hh/PC				
	RC	B	ER	FR
Prom.	0.0039	0.0100	0.0045	0.0045
Desv	0.0009	0.0031	0.0010	0.0016

6. LECCIONES APRENDIDAS

A través de las experiencias de campo se adquirieron conocimientos administrativos y técnicos como la identificación de las fallas en los pavimentos y los equipos, personal y materiales necesarios para remplazar una capa de rodadura de asfalto; los procesos constructivos y de rehabilitación de elementos en concreto que hacen parte del sistema de drenaje de las vías o del sistema de accesos y rutas peatonales de una calle; los procesos de instalación de circuitos subterráneos que suplirán de energía al nuevo sistema de semáforos con su respectivo sistema de detección de tráfico y aspectos relevantes en la señalización de una vía.

Para finalizar, la impresión obtenida del manejo que el Departamento de Transporte le da a los proyectos a través de sus firmas consultoras de ingeniería es de orden, administración clara y un profundo interés por trabajar por el bienestar del público. Este interés se refleja en los estrictos seguimientos hechos a los contratistas en los cronogramas, calidad de materiales y trabajos y uso de recursos públicos. La comunidad tiene contacto directo con los ingenieros encargados del proyecto en caso de presentar quejas o inquietudes, lo cual demuestra un alto nivel de transparencia en la contratación y ejecución de los proyectos.

7. CONCLUSIONES

- La buena administración de un proyecto permite a los inversionistas contar con una idea clara de los avances alcanzados por los contratistas, así como los recursos empleados a la fecha.
- Es necesario contar permanentemente con personal de inspección, ya que su presencia en las obras beneficia al proyecto en sí. Los inspectores resuelven dudas al contratista en un reducido periodo de tiempo, disminuyen los errores por factor humano, velan por los intereses del inversionista y garantizan a la comunidad la seguridad durante los trabajos.
- Llevar registros diarios de todos los eventos relevantes de la obra garantiza al inversionista y al contratista un documento de información acertada con la cual se podrán resolver eventuales reclamaciones por parte de los dos interesados.
- La tabla de rendimientos y consumos de mano de obra es una herramienta de ayuda para el inspector, pues este puede tomar decisiones con base en dicha tabla. Tales decisiones pueden ser la cancelación de actividades o pedir al contratista trabajar tiempo extra para cumplir con el cronograma.
- En el periodo de las prácticas se lograron cumplir los objetivos iniciales. AECOM brindó un entorno adecuado al estudiante en el cual hubo una inmersión en la cultura Americana y sus técnicas en ingeniería.

BIBLIOGRAFÍA

AECOM Technical Services. About. History. Disponible en: <http://www.aecom.com/About/History> [Citado 10 de Noviembre de 2013]

AECOM Technical Services. What We Do. Program Management. Disponible en: <http://www.aecom.com/What+We+Do/Program+Management> [Citado 10 de Noviembre de 2013]

AECOM Technical Services. What We Do. Transportation. Disponible en: <http://www.aecom.com/What+We+Do/Transportation> [Citado 10 de Noviembre de 2013]

CANNING K, "Construction Manual". Delaware Department of Transportation, Publications and Forms. Delaware-US, 2006. Parte B.

CANNING K, "Construction Manual". Delaware Department of Transportation, Publications and Forms. Delaware-US, 2006. Parte C.

CivilGeeks. Administración de la Construcción. Disponible en: <http://civilgeeks.com/2011/08/13/administracion-de-la-construccion/> [Citado 12 de Enero de 2015]

Contract T201206106. Pave & Rehab North VI, 2012. Delaware Department of Transportation. Wilmington-Delaware, USA

Contract T201206115. Pave & Rehab North XV, 2012. Delaware Department of Transportation. Wilmington-Delaware, USA

HARBESON R. "Specifications for Roads and Bridge Construction". Delaware Department of Transportation, Publications and Forms. Delaware-US, 2001. Division 800, Material Details.

REFERENCIAS

[1] AECOM Technical Services. About. History. Disponible en: <http://www.aecom.com/About/History> [Citado 10 de Noviembre de 2013]

[2] CivilGeeks. Administración de la Construcción. Disponible en: <http://civilgeeks.com/2011/08/13/administracion-de-la-construccion/> [Citado 12 de Enero de 2015]

[3] AECOM Technical Services. What We Do. Program Management. Disponible en: <http://www.aecom.com/What+We+Do/Program+Management> [Citado 10 de Noviembre de 2013]

[4] AECOM Technical Services. What We Do. Transportation. Disponible en: <http://www.aecom.com/What+We+Do/Transportation> [Citado 10 de Noviembre de 2013]

[5] Contract T201206106. Pave & Rehab North VI, 2012. Delaware Department of Transportation. Wilmington-Delaware, USA

[6] CANNING K, "Construction Manual". Delaware Department of Transportation, Publications and Forms. Delaware-US, 2006. Parte B.

[7] HARBESON R. "Specifications for Roads and Bridge Construction". Delaware Department of Transportation, Publications and Forms. Delaware-US, 2001. Division 800, Material Details.

[8] Contract T201206115. Pave & Rehab North XV, 2012. Delaware Department of Transportation. Wilmington-Delaware, USA

[9] CANNING K, "Construction Manual". Delaware Department of Transportation, Publications and Forms. Delaware-US, 2006. Parte C.

ANEXOS

ANEXO A. Datos Operación de Pavimentación

Fecha: 8/18/14, 10 camiones disponibles

Hora in	Hora Fin	T. tot. Min	Ton	Long. Ft	Ancho Ft	Área SF	T. esp Min	Ton/Hr	Hr/Ton	Ton/SF
10:10	10:15	5.0	22.73	100	11.67	1167.00	-	272.7600	0.0037	0.0195
10:15	10:22	7.0	22.64	133.9	11.5	1539.85	0.00	194.0571	0.0052	0.0147
10:22	10:28	6.0	23.09	132.9	11.5	1528.35	0.00	230.9000	0.0043	0.0151
10:30	10:40	10.0	22.57	136.7	12	1640.40	2.00	135.4200	0.0074	0.0138
10:43	10:52	9.0	22.6	94.2	19	1789.80	3.00	150.6667	0.0066	0.0126
10:53	10:58	5.0	23.68	119.2	17	2026.40	1.00	284.1600	0.0035	0.0117
11:00	11:04	4.0	24.24	91.8	17	1560.60	2.00	363.6000	0.0028	0.0155
11:06	11:11	5.0	23.18	101	17.5	1767.50	2.00	278.1600	0.0036	0.0131
11:14	11:25	11.0	23.58	64.1	17	1089.70	3.00	128.6182	0.0078	0.0216
11:37	11:41	4.0	23.3	111.4	15	1671.00	12.00	349.5000	0.0029	0.0139
11:41	11:45	4.0	22.26	116.6	15	1749.00	0.00	333.9000	0.0030	0.0127
11:49	11:54	5.00	23.35	106.1	16.68	1769.75	4.00	280.2000	0.0036	0.0132
11:57	12:05	8.00	22.29	101.1	17	1718.70	3.00	167.1750	0.0060	0.0130
12:12	12:16	4.00	22.36	141	11.5	1621.50	7.00	335.4000	0.0030	0.0138
12:18	12:26	8.00	23.21	168	11.5	1932.00	2.00	174.0750	0.0057	0.0120
12:28	12:34	6.00	23.76	150.5	11.5	1730.75	2.00	237.6000	0.0042	0.0137
12:40	12:45	5.00	24.43	156.9	11.5	1804.35	6.00	293.1600	0.0034	0.0135
12:45	12:50	5.00	23.18	161.2	11.5	1853.80	0.00	278.1600	0.0036	0.0125
12:50	12:56	6.00	23.58	145	11.5	1667.50	0.00	235.8000	0.0042	0.0141
13:05	13:14	9.00	22.65	143.2	11.5	1646.80	9.00	151.0000	0.0066	0.0138
13:15	13:22	7.00	23.08	147.8	11.5	1699.70	1.00	197.8286	0.0051	0.0136
13:24	13:31	7.00	22.25	140.5	11.5	1615.75	2.00	190.7143	0.0052	0.0138
13:38	13:44	6.00	22.63	154.4	11.5	1775.60	7.00	226.3000	0.0044	0.0127
13:45	13:50	5.00	23.39	170	11.5	1955.00	1.00	280.6800	0.0036	0.0120

Fecha: 8/21/14, 12 camiones disponibles

Hora in	Hora Fin	T. tot. Min	Ton	Long. Ft	Ancho Ft	Área SF	T. esp Min	Ton/Hr	Hr/Ton	Ton/SF
9:04	9:10	6.0	23.43	153.9	11.5	1769.85	-	234.3000	0.0043	0.0132
9:24	9:34	10.0	22.51	161.2	11.5	1853.8	14.00	135.0600	0.0074	0.0121
9:35	9:40	5.0	22.82	159.4	11.5	1833.1	1.00	273.8400	0.0037	0.0124
9:43	9:48	5.0	23.28	169.5	11.5	1949.25	3.00	279.3600	0.0036	0.0119
9:48	9:52	4.0	23.48	159.7	11.5	1836.55	0.00	352.2000	0.0028	0.0128
9:52	9:56	4.0	22.5	163.5	11.5	1880.25	0.00	337.5000	0.0030	0.0120
9:56	10:06	10.0	23.25	160.8	11.5	1849.2	0.00	139.5000	0.0072	0.0126
10:07	10:11	4.0	22.71	155.6	11.5	1789.4	1.00	340.6500	0.0029	0.0127
10:12	10:16	4.0	23.69	148.5	11.5	1707.75	1.00	355.3500	0.0028	0.0139
10:17	10:21	4.0	23.84	167.1	11.5	1921.65	1.00	357.6000	0.0028	0.0124
10:22	10:26	4.0	23.67	165.4	11.5	1902.1	1.00	355.0500	0.0028	0.0124
10:28	10:32	4.00	23.16	164.3	11.5	1889.45	2.00	347.4000	0.0029	0.0123
10:45	10:50	5.00	23.15	167.8	11.5	1929.7	13.00	277.8000	0.0036	0.0120
10:53	11:00	7.00	23.7	147.7	11.5	1698.55	3.00	203.1429	0.0049	0.0140
11:00	11:07	7.00	22.79	169	11.5	1943.5	0.00	195.3429	0.0051	0.0117
11:09	11:15	6.00	23.04	164.1	11.5	1887.15	2.00	230.4000	0.0043	0.0122
11:17	11:24	7.00	23.16	165	11.5	1897.5	2.00	198.5143	0.0050	0.0122
11:26	11:32	6.00	22.59	170.7	11.5	1963.05	2.00	225.9000	0.0044	0.0115
11:34	11:41	7.00	23.53	162	11.5	1863	2.00	201.6857	0.0050	0.0126
11:42	11:47	5.00	22.77	153.6	11.5	1766.4	1.00	273.2400	0.0037	0.0129
11:47	11:54	7.00	23.55	157.9	11.5	1815.85	0.00	201.8571	0.0050	0.0130
11:55	12:00	5.00	23.75	166.5	11.5	1914.75	1.00	285.0000	0.0035	0.0124
12:02	12:14	12.00	23.57	164.1	11.5	1887.15	2.00	117.8500	0.0085	0.0125
12:15	12:22	7.00	23.58	154.2	11.5	1773.3	1.00	202.1143	0.0049	0.0133
12:24	12:31	7.00	23.3	125	14	1750	2.00	199.7143	0.0050	0.0133
12:34	12:40	6.00	22.66	109.8	16	1756.8	3.00	226.6000	0.0044	0.0129
12:43	12:50	7.00	22.53	121	16	1936	3.00	193.1143	0.0052	0.0116
12:51	12:57	6.00	23.29	145.8	16	2332.8	1.00	232.9000	0.0043	0.0100

Fecha: 8/20/14, 5 camiones disponibles

Hora in	Hora Fin	T. tot. Min	Ton	Long. Ft	Ancho Ft	Área SF	T. esp Min	Ton/Hr	Hr/Ton	Ton/SF
8:50	9:00	10.0	23.25	158.5	11.5	1822.75		139.5000	0.0072	0.0128
9:06	9:14	8.0	22.85	162.3	11.5	1866.45	6.00	171.3750	0.0058	0.0122
9:15	9:20	5.0	23.36	157.3	11.5	1808.95	1.00	280.3200	0.0036	0.0129
9:21	9:26	5.0	23.14	123.4	11.5	1419.10	1.00	277.6800	0.0036	0.0163
9:42	9:46	4.0	23.44	124.6	11.5	1432.90	16.00	351.6000	0.0028	0.0164
10:12	10:16	4.0	23.21	137.4	11.5	1580.10	26.00	348.1500	0.0029	0.0147
10:17	10:24	7.0	23.37	145.3	11.5	1670.95	1.00	200.3143	0.0050	0.0140
10:25	10:29	4.0	22.73	145.3	11.5	1670.95	1.00	340.9500	0.0029	0.0136
10:31	10:36	5.0	23.1	165.4	11.5	1902.10	2.00	277.2000	0.0036	0.0121
10:42	10:46	4.0	23.63	170	11.5	1955.00	6.00	354.4500	0.0028	0.0121
11:32	11:37	5.0	23.38	165.4	11.5	1902.10	46.00	280.5600	0.0036	0.0123
11:37	11:45	8.00	23.2	153.5	11.5	1765.25	0.00	174.0000	0.0057	0.0131
11:46	11:53	7.00	23.27	153.3	11.5	1762.95	1.00	199.4571	0.0050	0.0132
12:00	12:05	5.00	22.52	144.3	11.5	1659.45	7.00	270.2400	0.0037	0.0136

ANEXO B. Datos Construcción de Bases de Mástil

FECHA	ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FINAL	TOTAL [HR]
10/1/2014	EXCAVACION	9:45	10:30	0.750
	REFUERZO,DUCTOS	10:35	12:10	1.583
	CONCRETO	14:50	15:30	0.667
10/1/2014	EXCAVACION	11:50	12:45	0.917
	REFUERZO,DUCTOS	12:50	14:20	1.500
	CONCRETO	15:00	15:40	0.667
10/6/2014	EXCAVACION	9:30	10:30	1.000
	REFUERZO,DUCTOS	10:30	12:15	1.750
	CONCRETO	13:35	14:10	0.583
10/14/2014	EXCAVACION	8:30	9:30	1.000
	REFUERZO,DUCTOS	10:30	11:30	1.000
	CONCRETO	12:40	13:50	1.167
11/7/2014	EXCAVACION	8:30	9:30	1.000
	REFUERZO,DUCTOS	9:35	10:50	1.250
	CONCRETO	13:30	14:25	0.917

ANEXO C. Datos de Instalación de Cajas de Conexiones

FECHA	ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FINAL	TOTAL [HR]
9/30/2014	EXCAVACION	10:50	11:15	0.417
	INSTALACION	11:15	11:30	0.250
	RELLENO, NIVELACION	11:30	11:40	0.167
9/30/2014	EXCAVACION	11:55	12:20	0.417
	INSTALACION	12:20	12:30	0.167
	RELLENO, NIVELACION	12:30	12:40	0.167
9/30/2014	EXCAVACION	12:50	13:05	0.250
	INSTALACION	13:05	13:30	0.417
	RELLENO, NIVELACION	13:30	13:40	0.167
10/7/2014	EXCAVACION	13:25	13:45	0.333
	INSTALACION	13:45	14:10	0.417
	RELLENO, NIVELACION	14:10	14:20	0.167
10/9/2014	EXCAVACION	9:05	9:30	0.417
	INSTALACION	9:30	9:55	0.417
	RELLENO, NIVELACION	9:55	10:15	0.333
10/17/2014	EXCAVACION	8:50	9:20	0.500
	INSTALACION	9:20	9:50	0.500
	RELLENO, NIVELACION	9:50	10:30	0.667
10/17/2014	EXCAVACION	11:05	11:35	0.500
	INSTALACION	11:35	12:05	0.500
	RELLENO, NIVELACION	12:05	12:15	0.167
12/5/2014	EXCAVACION	11:05	11:35	0.500
	INSTALACION	11:35	12:05	0.500
	RELLENO, NIVELACION	12:05	12:15	0.167
12/5/2014	EXCAVACION	10:40	11:10	0.500
	INSTALACION	11:15	11:40	0.417
	RELLENO, NIVELACION	11:40	12:05	0.417
12/5/2014	EXCAVACION	12:20	12:50	0.500
	INSTALACION	12:55	14:00	1.083
	RELLENO, NIVELACION	14:00	14:25	0.417

FECHA	ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FINAL	TOTAL [HR]
12/12/2014	EXCAVACION	8:25	9:00	0.583
	INSTALACION	9:10	10:10	1.000
	RELLENO, NIVELACION	10:10	10:25	0.250

ANEXO D. Datos de Instalación de Ductos Subterráneos

FECHA	ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FINAL	TOTAL [HR]
10/2/2014	PREPARATIVOS MAQUINA	9:00	10:15	1.250
	PERFORACION	10:15	12:00	1.750
	INSTALACION	12:00	13:20	1.333
10/3/2014	PREPARATIVOS MAQUINA	8:40	9:40	1.000
	PERFORACION	9:40	11:00	1.333
	INSTALACION	11:05	12:50	1.750
10/3/2014	PREPARATIVOS MAQUINA	12:55	13:00	0.083
	PERFORACION	13:00	13:40	0.667
	INSTALACION	13:45	14:00	0.250
10/6/2014	PREPARATIVOS MAQUINA	9:00	10:15	1.250
	PERFORACION	10:15	11:15	1.000
	INSTALACION	11:15	14:15	3.000
10/7/2014	PREPARATIVOS MAQUINA	9:10	9:40	0.500
	PERFORACION	9:40	9:45	0.083
	INSTALACION	11:00	14:25	3.417
10/8/2014	PREPARATIVOS MAQUINA	9:00	9:50	0.833
	PERFORACION	9:50	10:50	1.000
	INSTALACION	10:00	12:10	2.167
10/8/2014	PREPARATIVOS MAQUINA	12:45	13:35	0.833
	PERFORACION	13:40	14:40	1.000
	INSTALACION	14:40	15:55	1.250
11/24/2014	PREPARATIVOS MAQUINA	8:30	9:25	0.917
	PERFORACION	9:40	11:20	1.667
	INSTALACION	11:35	13:15	1.667
11/25/2014	PREPARATIVOS MAQUINA	8:15	9:00	0.750
	PERFORACION	9:05	10:00	0.917
	INSTALACION	10:05	11:20	1.250

Anexo E. Datos de Construcción de Islas Triangulares Canalizadoras de Tráfico

FECHA	ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FINAL	TOTAL [HR]	PIES CUADRADOS
10/8/2014	ENCOFRADO DE BORDES	10:30	15:20	4.833	987.67
10/9/2014	FUNDIDA BORDES	13:05	14:10	1.083	
10/10/2014	ENCOFRADO RAMPAS	9:00	11:10	2.167	
10/10/2014	FUNDIDA RAMPAS	13:15	14:45	1.500	
10/13/2014	ENCOFRADO DE BORDES	8:45	13:00	4.250	1108.57
10/14/2014	FUNDIDA BORDES	10:45	13:15	2.500	
10/15/2014	ENCOFRADO RAMPAS	8:40	11:00	2.333	
10/16/2014	FUNDIDA RAMPAS	12:40	14:45	2.083	
10/17/2014	ENCOFRADO DE BORDES	8:40	13:20	4.667	1103.37
10/20/2014	FUNDIDA BORDES	10:50	13:20	2.500	
10/21/2014	ENCOFRADO RAMPAS	8:30	10:45	2.250	
10/21/2014	FUNDIDA RAMPAS	12:50	15:30	2.667	
10/20/2014	ENCOFRADO DE BORDES	8:00	12:30	4.500	1316.3
10/21/2014	FUNDIDA BORDES	12:50	14:20	1.500	
10/24/2014	ENCOFRADO RAMPAS	10:00	12:20	2.333	
10/24/2014	FUNDIDA RAMPAS	13:55	15:20	1.417	
12/11/2014	ENCOFRADO DE BORDES	10:40	14:00	3.333	673.36
12/12/2014	FUNDIDA BORDES	12:00	15:20	3.333	
12/15/2014	ENCOFRADO RAMPAS	8:40	11:20	2.667	
12/16/2014	FUNDIDA RAMPAS	9:20	13:00	3.667	
12/17/2014	ENCOFRADO DE BORDES	9:30	15:00	5.500	731.59
12/18/2014	FUNDIDA BORDES	9:50	13:30	3.667	
12/21/2014	ENCOFRADO RAMPAS	8:40	11:20	2.667	
12/22/2014	FUNDIDA RAMPAS	9:20	13:00	3.667	
12/19/2014	ENCOFRADO DE BORDES	9:30	16:00	6.500	1456.28
12/20/2014	FUNDIDA BORDES	10:00	13:45	3.750	
12/21/2014	ENCOFRADO RAMPAS	8:40	11:20	2.667	
12/22/2014	FUNDIDA RAMPAS	9:20	13:00	3.667	

ANEXO F. Datos de Construcción de Rampas de Accesos Peatonales

FECHA	ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FINAL	TOTAL [HR]	PIES CUADRADOS
10/6/2014	REMOVER CONCRETO EXISTENTE	8:00	9:10	1.167	463.61
10/6/2014	ENCOFRADO DE BORDES	9:10	14:45	5.583	
10/7/2014	FUNDIDA BORDES	10:30	11:25	0.917	
10/8/2014	ENCOFRADO RAMPAS	9:00	11:00	2.000	
10/9/2014	FUNDIDA RAMPAS	14:45	17:00	2.250	
10/27/2014	REMOVER CONCRETO EXISTENTE	10:20	12:50	2.500	431463.61
10/28/2014	ENCOFRADO DE BORDES	8:30	12:30	4.000	
10/28/2014	FUNDIDA BORDES	12:50	14:20	1.500	
10/29/2014	ENCOFRADO RAMPAS	10:00	12:20	2.333	
10/29/2014	FUNDIDA RAMPAS	13:55	15:20	1.417	
11/3/2014	REMOVER CONCRETO EXISTENTE	10:00	11:50	1.833	201.08
11/3/2014	ENCOFRADO DE BORDES	11:50	13:15	1.417	
11/5/2014	FUNDIDA BORDES	8:15	9:20	1.083	
11/7/2014	ENCOFRADO RAMPAS	8:10	9:40	1.500	
11/7/2014	FUNDIDA RAMPAS	13:50	15:00	1.167	
12/1/2014	REMOVER CONCRETO EXISTENTE	9:30	11:20	1.833	194.425
12/1/2014	ENCOFRADO DE BORDES	11:50	13:45	1.917	
12/1/2014	FUNDIDA BORDES	14:05	15:40	1.583	
12/4/2014	ENCOFRADO RAMPAS	9:00	10:40	1.667	
12/4/2014	FUNDIDA RAMPAS	14:30	16:45	2.250	
12/15/2014	REMOVER CONCRETO EXISTENTE	9:20	11:00	1.667	192.5
12/15/2014	ENCOFRADO DE BORDES	11:00	14:50	3.833	
12/16/2014	FUNDIDA BORDES	12:00	13:20	1.333	
12/17/2014	ENCOFRADO RAMPAS	9:00	11:50	2.833	
12/17/2014	FUNDIDA RAMPAS	12:20	15:40	3.333	