

INFORME COMPARATIVO

ESTUDIO DE INFORMACIÓN DEL SITIO DE
TRABAJO DE CATERPILLAR





+ EL CAMINO HACIA LA RENTABILIDAD UNA COMPARACIÓN EN BENEFICIOS DEL USO TRADICIONAL CONTRA EL USO DE TECNOLOGÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

Escrito por: Lonnie J. Fritz — Consultor de la industria de la construcción pesada
Timothy E. Noon — Consultor de soluciones y tecnología

PROPÓSITO

Este estudio fue llevado a cabo para cuantificar e ilustrar los beneficios que ofrece la tecnología al medio ambiente, al proyecto, al cliente y al contratista a lo largo del flujo de valor de un estudio comparativo en la construcción de carreteras. El estudio compara los recursos que se requieren y se consumen usando los métodos de construcción tradicional contra los métodos que emplean tecnología. Este informe analizará e ilustrará las reducciones en la duración del proyecto, horas de equipo, consumo de combustible, costo total de la maquinaria, horas del operador, horas de mano de obra y total de horas hombre, a la vez que destaca también los incrementos en cuestión de seguridad, precisión y rentabilidad.



**31%
MENOS
HORAS
HOMBRE**

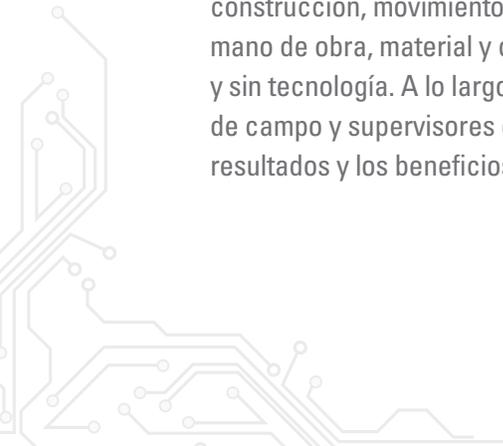
+ ABSTRACTO

La tecnología está cambiando los procesos de la construcción y la forma en que los proyectos se administran y se crean. Operar por intuición, ajustar manualmente los mojones y las estacas, nivelar o cargar un camión y verificar la densidad después de la compactación “a ojo”, además de otros procesos tradicionales, están siendo reemplazados por rovers con GPS, cinemáticas incorporadas en tiempo real y tecnologías de nivelación, carga y compactación que ofrecen información casi en tiempo real y eliminan casi por completo la necesidad de tener personal adicional. El desarrollo del Nivel 4 (Tier 4) está concluido y ahora, la tecnología va al frente.

Para demostrar estos elementos revolucionarios de la industria, Caterpillar llevó a cabo un estudio que compara los métodos tradicionales de construcción de carreteras contra los métodos tecnológicos para demostrar de qué manera la Tecnología Cat® — específicamente Cat GRADE, Cat COMPACT y Cat PAYLOAD — pueden incrementar la seguridad y la productividad, ahorrar tiempo y darles más rentabilidad a los clientes. Para llevar a cabo el estudio, se construyó una sección de carretera de 400 pies (122 metros) usando máquinas con y sin tecnología Cat. El estudio se llevó a cabo en Peoria Proving Grounds de Caterpillar en East Peoria, IL.

Ahora, el elemento revolucionario más grande en el negocio de la construcción de carreteras es la tecnología.

El estudio comparó métodos de construcción usando las fases de análisis del sitio, diseño de la construcción, movimiento de tierra, nivelación y pavimentación. Se documentaron todos los recursos de mano de obra, material y combustible requeridos para construir las secciones idénticas de carretera, con y sin tecnología. A lo largo del estudio, se emplearon a los mismos obreros, operadores, administradores de campo y supervisores de datos. Tras terminar el estudio, se compilaron y se compararon los datos. Los resultados y los beneficios asociados al uso de la tecnología están contenidos en este informe.



+ ESPECIFICACIONES DE LA MAQUINARIA CAT®

En un intento por replicar un sitio de trabajo auténtico, este estudio también empleó equipo competitivo:

- A menudo, los sitios de trabajo actuales contienen flotillas mixtas donde ninguna marca es exclusiva para el cliente o para el sitio de trabajo.
- Debido a esta realidad, la tecnología Cat ha sido diseñada para poder utilizarse en operaciones de flotillas mixtas.

EQUIPO CAT	TECNOLOGÍA CAT							
	LINK	GRADE				COMPACT	PAYLOAD	
	PRODUCT LINK	UTS ¹	GNSS ²	SLOPE	ASSIST	CONTROL DE COMPACTACIÓN	CPM ³	3D MAPPING
140M3 (motoniveladora)	X	X	X					
349E (excavadora)	X							
745C (camión articulado)	X						X	
815F (compactador de suelos)	X					X		X
980M (cargador de ruedas)	X						X	
AP655F (pavimentador)	X	X						
CB54 XW (compactador de asfalto)	X					X		X
CS54 (compactador de suelos)	X					X		X
CT660 (camión para carreteras)	X							
D5K (tractor topador)	X							
D6T (tractor topador)	X		X	X	X			
247B (cargadores multiterreno)	X							
EQUIPO COMPETITIVO								
Trimble ZX5 (vehículo aéreo no tripulado)								X
Komatsu D61 (tractor topador)	X							
Volvo A40F (camión articulado)	X							
Camioneta Ford	X							
Camioneta Ford	X							

1. Estación Total Universal

2. Sistema Satelital de Navegación Global

3. Cat Production Measurement

COMPARACIÓN DE MATERIAL

FASE	MÉTODO TRADICIONAL	MÉTODO CON TECNOLOGÍA
Diseño de la construcción	(21) Mojonos de madera y listones	(3) Mojonos de madera y listones — puntos de control solamente
Movimiento de tierra	Tierra en el sitio	Tierra en el sitio
Nivelación de la capa base de agregados	Agregados CA-6 importados	Agregados CA-6 importados
Control de la nivelación con acabado	(22) Cordeles y pasadores para cordeles	Estación Total Universal (UTS)
Pavimentación	Máquina de fresado RAAM 6	Máquina de fresado RAAM 6

	TRADICIONAL CONTRA OFERTA	TECNOLÓGICA CONTRA OFERTA	TECNOLÓGICA CONTRA TRADICIONAL	PRECISIÓN TRADICIONAL CONTRA CANTIDAD PLANEADA	PRECISIÓN TECNOLÓGICA CONTRA CANTIDAD PLANEADA
VOLUMEN CORTADO	110%	101%	9%	10%	1%
VOLUMEN PARA RELLENO	85%	98%	-13%	-15%	-2%
CAPA BASE DE AGREGADOS	113%	103%	10%	13%	3%
PAVIMENTO DE ASFALTO	110%	101%	9%	10%	1%
MANTILLO	105%	101%	4%	5%	1%

DEFINICIONES DE COMPARACIÓN DE MATERIAL:

Tradicional contra oferta — una medida de la cantidad real de material utilizado en comparación con la cantidad teórica de oferta utilizando métodos de construcción tradicional.

Tecnología contra oferta — una medida de la cantidad real de material utilizado en comparación con la cantidad teórica de oferta utilizando tecnología.

Tecnología contra tradicional — la diferencia en consumo de material utilizando tecnología contra los métodos de construcción tradicionales en comparación con la cantidad teórica de oferta.

Precisión tradicional contra cantidad planeada — la diferencia entre la cantidad real de material utilizado empleando métodos de construcción tradicional en comparación con la cantidad teórica de oferta.

Precisión tecnológica contra cantidad planeada — la diferencia entre la cantidad real de material utilizado empleando tecnología en comparación con la cantidad teórica de oferta.



+ VISIÓN GENERAL DE LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL DE CARRETERAS

ANÁLISIS DE UN SITIO TRADICIONAL

Antes de llevar cualquier equipo de construcción al sitio de trabajo, la zona de trabajo fue inspeccionada manualmente usando una Estación Total Universal (UTS) para registrar la topografía existente. Este proceso laborioso se llevó a cabo para verificar las elevaciones reales del sitio con las que se mostraban en los planos. Este proceso se repitió y los resultados fueron comparados con las inspecciones previas a lo largo de todas las fases del proyecto para monitorear el progreso.



El uso de métodos tradicionales de análisis del sitio y diseño de construcción es tardado y laborioso.

FASE DEL DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN

La primera de cuatro fases fue el diseño de construcción. Se verificaron los puntos de control existentes y se establecieron puntos de control adicionales, que se requerían para la fase de diseño. Luego, se colocaron mojones y estacas a intervalos de 50 pies (15,25 m) en estaciones de 50 pies en líneas de derecho de vía, tanto a la izquierda como a la derecha. Este proceso se completó con tres obreros. Se inspeccionó la elevación y la ubicación de cada uno de los 18 mojones. Aplicando el diseño del proyecto, se calcularon y se publicaron las nivelaciones y las inclinaciones. Este proceso se completó en aproximadamente dos horas.



+ CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL DE CARRETERAS: PASO A PASO

PASO 1: El proceso de construcción tradicional de carreteras comenzó con una inspección del sitio usando una UTS para registrar los puntos de datos que se usaron para verificar la topografía del sitio de trabajo.

PASO 2: Tras la verificación, comenzó la fase del diseño de construcción. Durante esta fase, un grupo de tres obreros colocaron mojones y estacas y calcularon y publicaron las inclinaciones y las nivelaciones. Le tomó al equipo aproximadamente dos horas para completar el tramo de carretera de 400 pies.

PASO 3: Tras completar el diseño de construcción, se midieron las distancias de las inclinaciones al borde de la cuneta desde los mojones para definir las ubicaciones al borde de la cuneta de la carretera.

PASO 4: La fase de movimiento de tierra comenzó con la preparación de la nivelación existente mediante escarificación, compactación y prueba de densidad. Este proceso se repitió hasta lograr la densidad deseada.

PASO 5: Luego, se cortó el material en el sitio desde las zanjas, se extendió y se compactó en zonas de la carretera que requerían rellenado. El material de la zanja no fue suficiente para alcanzar las elevaciones de subnivelación deseadas, por lo cual se trajo más material al sitio de trabajo. Este material es referido como material de excavación de préstamo.

PASO 6: Durante la fase de nivelación, se colocó, se extendió y se compactó una capa base de agregados. Una vez completada, se trajo y se extendió mantillo en las zanjas.

PASO 7: Se colocaron y se verificaron mojones, estacas, pasadores para cordeles y cordeles para pavimentación para realizar la nivelación con acabado y la pavimentación.

PASO 8: Durante el proceso de nivelación con acabado, un grupo de tres obreros usaron el mismo cordel para revisar la nivelación, dando instrucciones repetidamente a los operadores de nivelación con acabado hasta que se lograron las elevaciones sugeridas.

PASO 9: El equipo de pavimentación usó el mismo cordel para guiar el revestimiento y para comprobar la elevación apropiada de la manta.



+ VISIÓN GENERAL DE LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS CON TECNOLOGÍA

ANÁLISIS DE UN SITIO CON TECNOLOGÍA

Antes de movilizar cualquier equipo de construcción al sitio, se establecieron seis objetivos de control de suelo con vehículos aéreos no tripulados, y uno de ellos sobrevoló la zona para inspeccionar el sitio en cuestión de minutos.



Con herramientas tecnológicas, se pudo completar la inspección del sitio en una fracción del tiempo que se requiere usando métodos tradicionales.

FASE DEL DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN

Con la gran cantidad de puntos de datos e imágenes que se recopilaron con este vuelo inicial y los que siguieron, se rastreó y se midió el progreso a lo largo de las fases de construcción y se calcularon y documentaron los volúmenes de excavación. No se usaron mojones ni estacas, con lo cual se redujo la mano de obra y se consumieron menos horas hombre. Los planos se cargaron en los sistemas de control y orientación de la maquinaria para completar el proyecto en casi la mitad del tiempo.

+ CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS CON TECNOLOGÍA: PASO A PASO

PASO 1: El proceso de construcción de carreteras con tecnología comenzó con un sobrevuelo de un vehículo aéreo no tripulado para registrar los puntos de datos que se usaron para mapear y verificar la topografía del sitio de trabajo.

PASO 2: Usando tecnología de control y orientación de la maquinaria, el operador de la motoniveladora escarificó el suelo mientras se desplazaba por el grabado de la línea del borde de la cuneta como se ve en la pantalla del operador.

PASO 3: Luego, el suelo existente fue compactado usando un compactador de suelos con una tecnología de compactación inteligente incorporada.

PASO 4: Tras pasar la verificación de densidad de un inspector de suelos geotécnico, comenzó la excavación de tierra.

PASO 5: El material fue cortado desde las zanjas y se desplazó inicialmente a una zona de llenado sin requerir pasadas adicionales.

PASO 6: La nivelación de la zanja fue reducida a la elevación planeada y se preparó para aplicar el mantillo. Mientras tanto, el material cortado fue extendido al grosor de elevación apropiado antes de ser compactado.

PASO 7: Se acarrearon, extendieron y compactaron cargas optimizadas de material de excavación de préstamos, para luego realizar la nivelación con acabado y completar el relleno.

PASO 8: Se colocó, se extendió y se compactó una capa base de agregados.

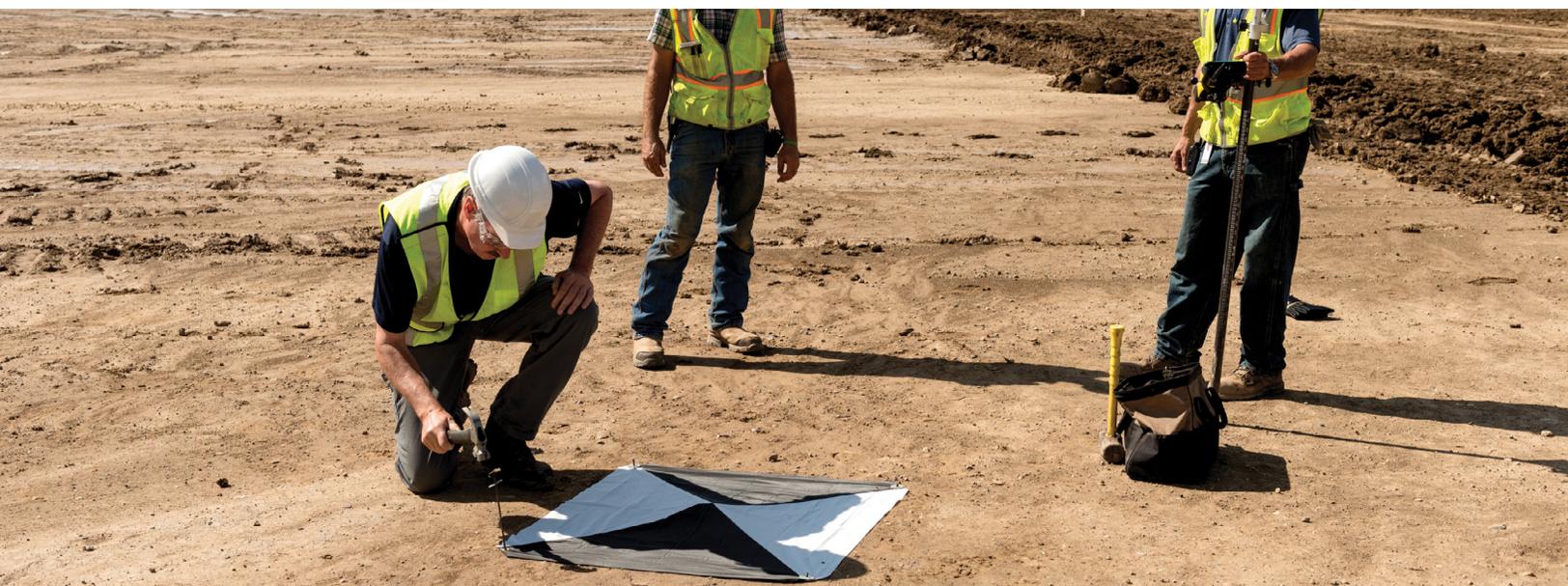
PASO 9: Se usó compactación inteligente para evitar zonas omitidas y una compactación inapropiada de los agregados.

PASO 10: Se agregó mantillo al proyecto y se extendió en las zanjas al grosor y las pendientes transversales planeadas, usando tecnología de pendientes transversales.

PASO 11: Una UTS eliminó la necesidad de usar cordel. Implementando una UTS a la operación, se realizó la nivelación con acabado de la capa base de agregados y se colocó el pavimento usando la misma UTS.

PASO 12: El uso de compactación inteligente garantizó una calidad máxima.

PASO 13: Los beneficios de utilizar tecnologías fueron reconocidos a lo largo del proyecto.



+ FASE DE MOVIMIENTO DE TIERRA TRADICIONAL

Tras completar el diseño de construcción, comenzó la fase de movimiento de tierra. Esta fase consistió en preparar la nivelación existente, la excavación de zanjas, la importación de material de diques y su compactación.

PASO 1: Para definir la ubicación de la carretera desde un borde de cuneta a otro, y usando la información proporcionada durante la fase de diseño de construcción, las distancias de inclinaciones del borde de la cuneta fueron medidas y marcadas por el equipo.

PASO 2: Se preparó la nivelación existente para el material de llenado a través de la escarificación, compactación, prueba de densidad, recompactación y pruebas duplicadas con el fin de verificar la densidad correcta. La recompactación y las pruebas adicionales se generaron debido al uso de medios y métodos tradicionales para lograr y verificar la compactación.

PASO 3: La distancia de cada punto de bisagra y los valores de corte/llenado para la sección cruzada de la carretera fueron medidos y ubicados desde los mojones usando mediciones de cinta, niveles visuales y reglas. Las ubicaciones y los valores correspondientes fueron marcados en el suelo para orientar a los operadores. El material de las zanjas de drenaje se cortó, se extendió y se compactó en las áreas de llenado de la carretera.

PASO 4: Ya que el proyecto se quedó "corto" de material, se importó material de excavación de préstamo al sitio de trabajo, el cual se extendió y se compactó para lograr las elevaciones sugeridas de subnivelación con acabado. El número de pasadas requeridas por las máquinas para completar sus tareas impulsaron el proceso repetitivo de la verificación de la obra, incluyendo medición y marcación de distancias de inclinación y medición y publicación de los valores de corte/llenado.





+ FASE DE MOVIMIENTO DE TIERRA CON TECNOLOGÍA

Los principales beneficios de la tecnología fueron reconocidos durante las fases de movimiento de tierra y nivelación. Con la tecnología, los operadores trabajaron con confianza — sin conjeturas ni fatiga. Las pantallas dentro de la cabina proporcionaron control de la maquinaria, orientación, compactación, carga y progreso de un vistazo, manteniendo a los operadores informados y enfocados.

PASO 1: Equipado con tecnología de control y orientación de maquinaria por GPS, el operador de la motoniveladora siguió el grabado de la línea del borde de la cuneta de la izquierda y de la derecha para escarificar el suelo existente. Con el diseño del proyecto cargado directamente en la maquinaria y mostrado en la pantalla del operador, no hubo necesidad de exponer los parámetros de la carretera o de las cunetas.

PASO 2: El compactador de suelos, equipado con Machine Drive Power (MDP) — compactación y mapeado inteligentes, compactó el área escarificada según las especificaciones con prueba de cobertura total de compactación. El control y la orientación de la maquinaria, así como la tecnología de compactación inteligente, reemplazaron los procesos manuales. Esto redujo las pasadas de la maquinaria y eliminó la compactación excesiva o faltante y las pruebas duplicadas — dos factores que incrementan el costo del proyecto y los retrasos al usar métodos tradicionales.

PASO 3: El material que se cortó desde las zanjas de drenaje se extendió en las áreas de llenado a un grosor uniforme y especificado y se compactó para cumplir con los objetivos de densidad, todo al número de pasadas más bajo. Ya que el proyecto se quedó "corto", se cargó material de llenado usando un cargador de ruedas y se llevó al sitio usando camiones articulados. Tanto la herramienta de carga como las unidades de acarreo usaron sistemas de carga, los cuales redujeron los tiempos de ciclo y garantizaron la entrega de cantidades precisas de material con una máxima eficiencia de carga al sitio de trabajo.

PASO 4: En cuanto a la operación de corte, el material de llenado se extendió y se compactó usando el número óptimo de pasadas en elevaciones uniformes hasta lograr las especificaciones de elevación de subnivelación con acabado y de densidad.

+ FASE DE MOVIMIENTO DE TIERRA

RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRA TRADICIONAL

La fase de movimiento de tierra requirió que un número de personas trabajaran cerca de las máquinas, lo cual aumenta la exposición a riesgos al realizar estas tareas. Al hacerlo, las máquinas se utilizaron menos de lo debido y los operadores estuvieron esperando la información necesaria para continuar y completar sus trabajos. En general, este es un proceso manual que consume tiempo y que a menudo genera que no se logren los objetivos de producción y que difícilmente se cumplan con las especificaciones de precisión al final, creando un aumento de trabajo sustancial. Más tiempo significa mayores costos por unidad, mayor consumo de combustible y más desgaste de la maquinaria. Los clientes de hoy también pueden enfrentar escasez de mano de obra calificada, contribuyendo a que los tiempos de los proyectos se prolonguen aún más.

Después de cada una de las operaciones anteriormente mencionadas de escarificación y compactación, se completaron las excavaciones de tierra y de material de préstamo y la superficie fue seccionada de manera cruzada para fines de cantidad, productividad y pagos. Este proceso repetitivo consumió una cantidad considerable de recursos para completarse, a la vez que retrasó la operación para poder continuar con la siguiente tarea.

RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRA CON TECNOLOGÍA

La tecnología descartó la necesidad de la repetitiva determinación de puntos de bisagra y la multitud de valores de corte/llenado publicados en el terreno para que la operación pudiese seguir. La verificación periódica se logró gracias a un solo obrero y un rover con GPS. La tecnología de control y orientación de la maquinaria evitó la falta de cortes, un llenado excesivo y un mal alineamiento, lo que eliminó el trabajo duplicado. Menos personas en el terreno equivale a una reducción en la exposición al riesgo y a un incremento en la disponibilidad de recursos para completar otras tareas. Una mayor productividad y la correspondiente reducción en horas máquina redujeron el consumo de combustible, impulsaron la sustentabilidad e incrementaron las ganancias.

+ FASE DE MOVIMIENTO DE TIERRA



Los porcentajes mostrados arriba reflejan los datos recopilados durante esta fase solamente. Consulte el apéndice para ver las definiciones de las gráficas.



+ FASE DE NIVELACIÓN TRADICIONAL

Después de que la subnivelación fue manualmente seccionada y de manera cruzada para fines de cantidades de movimiento de tierra final, precisión y pago, comienza la operación de la capa base de agregados.

PASO 1: Se establecieron el borde del pavimento y el grosor del relleno de agregados sugeridos desde las inclinaciones y se proporcionaron los niveles de corte/lLENADOS en los mojones. Luego, esta información se marcó en la carretera para que diera seguimiento el equipo de nivelación.

PASO 2: Se colocó la capa base de agregados al proyecto, se descargó, se extendió y se compactó para crear la capa base de la estructura de pavimento de la carretera. En general, este proceso contribuyó a una significativa revisión y una nueva revisión de la nivelación, una prueba excesiva de compactación y una mayor exposición a riesgos.

PASO 3: Después de haber nivelado bien la capa base de agregados y haber verificado la compactación, se colocaron mojones de pavimentación a una distancia de 50 pies cada uno.

PASO 4: Usando los mojones como referencia, se instaló un sistema de cordel para las primeras operaciones de nivelación con acabado y pavimentación.

PASO 5: Los obreros revisaron la elevación de la capa base de agregados cada 25 pies (unos 7,5 metros) jalando un cordel perpendicular a la carretera, haciendo contacto con el sistema de cordel longitudinal de referencia y midiendo la distancia vertical desde el cordel hasta los agregados. Los resultados fueron transmitidos al operador hasta lograr las elevaciones de nivelación con acabado con múltiples pasadas.

+ FASE DE NIVELACIÓN CON TECNOLOGÍA

Tras completar la inspección aérea con imágenes tomadas por un vehículo aéreo no tripulado de la topografía de la fase terminada de movimiento de tierra para fines de cantidad, precisión y pago, se llevaron cargas de camión optimizadas de capa base de agregados a la carretera usando la tecnología Cat Production Measurement (CPM) Payload.

PASO 1: Un tractor topador equipado con tecnología GPS, que elimina la necesidad de realizar un plano manualmente, extiende los agregados por el área propuesta a la elevación de nivelación sugerida usando el número óptimo de pasadas.

PASO 2: Se lograron las especificaciones de compactación usando un compactador equipado con tecnología de control de compactación Compaction Meter Value (CMV) con mapeado. De nuevo, se realizó el número óptimo de pasadas durante el proceso de compactación para brindar la mejor calidad en el menor tiempo posible.

PASO 3: La operación de nivelación con acabado aprovechó la tecnología de la UTS. La precisión de la tecnología de la UTS en la motoniveladora eliminó la necesidad de instalar mojones y cordeles.

PASO 4: Se logró la elevación de agregados con acabado de manera eficiente y precisa y está listo para la pavimentación.

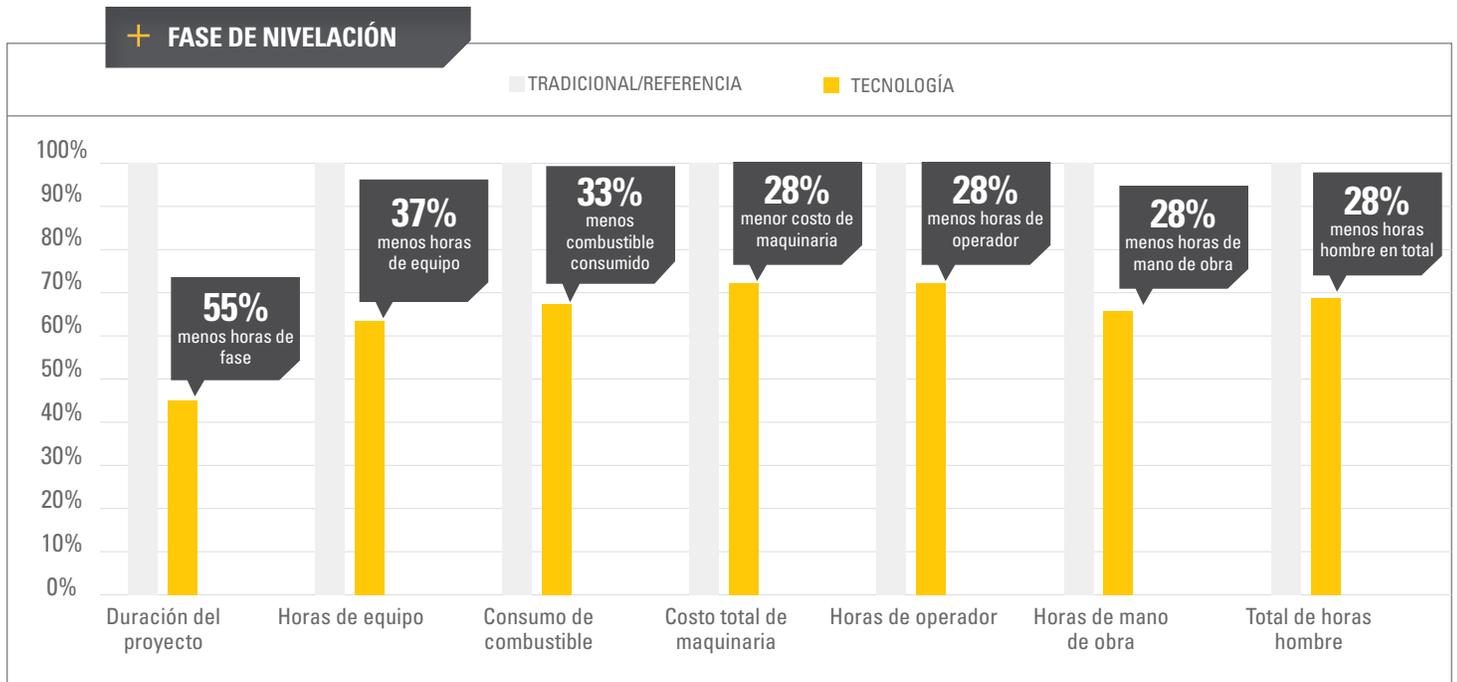
+ FASE DE NIVELACIÓN

RESUMEN DE NIVELACIÓN TRADICIONAL

Detección de cortes y llenados durante todo el proceso, se requirieron pasadas adicionales de la motoniveladora y del compactador hasta lograr la elevación propuesta a lo largo del tramo completo de la carretera. Este proceso, lento y tedioso, puede presentar errores y consumir tiempo valioso mientras las máquinas esperan la información de nivelación, todo mientras se elevan los costos a través de una mayor mano de obra, mayor consumo de combustible, confirmación, excedentes de material, mayor degradación de los agregados y exposición a riesgos.

FASE DE NIVELACIÓN CON TECNOLOGÍA

Usando tecnología Cat, el tiempo de nivelación, el costo por unidad, el desgaste de la maquinaria, las pasadas, la degradación del material, los excedentes de material y el consumo de combustible se redujeron mientras que la precisión, la calidad, las ganancias, la seguridad y la sustentabilidad tuvieron aumentos significativos.



Los porcentajes mostrados arriba reflejan los datos recopilados durante esta fase solamente. Consulte el apéndice para ver las definiciones de las gráficas.



+ FASE DE NIVELACIÓN TRADICIONAL

Después de que la subnivelación fue manualmente seccionada y de manera cruzada para fines de cantidades de movimiento de tierra final, precisión y pago, comienza la operación de la capa base de agregados.

PASO 1: Se establecieron el borde del pavimento y el grosor del relleno de agregados sugeridos desde las inclinaciones y se proporcionaron los niveles de corte/lLENADOS en los mojones. Luego, esta información se marcó en la carretera para que diera seguimiento el equipo de nivelación.

PASO 2: Se colocó la capa base de agregados al proyecto, se descargó, se extendió y se compactó para crear la capa base de la estructura de pavimento de la carretera. En general, este proceso contribuyó a una significativa revisión y una nueva revisión de la nivelación, una prueba excesiva de compactación y una mayor exposición a riesgos.

PASO 3: Después de haber nivelado bien la capa base de agregados y haber verificado la compactación, se colocaron mojones de pavimentación a una distancia de 50 pies cada uno.

PASO 4: Usando los mojones como referencia, se instaló un sistema de cordel para las primeras operaciones de nivelación con acabado y pavimentación.

PASO 5: Los obreros revisaron la elevación de la capa base de agregados cada 25 pies (unos 7,5 metros) jalando un cordel perpendicular a la carretera, haciendo contacto con el sistema de cordel longitudinal de referencia y midiendo la distancia vertical desde el cordel hasta los agregados. Los resultados fueron transmitidos al operador hasta lograr las elevaciones de nivelación con acabado con múltiples pasadas.

+ FASE DE NIVELACIÓN CON TECNOLOGÍA

Tras completar la inspección aérea con imágenes tomadas por un vehículo aéreo no tripulado de la topografía de la fase terminada de movimiento de tierra para fines de cantidad, precisión y pago, se llevaron cargas de camión optimizadas de capa base de agregados a la carretera usando la tecnología Cat Production Measurement (CPM) Payload.

PASO 1: Un tractor topador equipado con tecnología GPS, que elimina la necesidad de realizar un plano manualmente, extiende los agregados por el área propuesta a la elevación de nivelación sugerida usando el número óptimo de pasadas.

PASO 2: Se lograron las especificaciones de compactación usando un compactador equipado con tecnología de control de compactación Compaction Meter Value (CMV) con mapeado. De nuevo, se realizó el número óptimo de pasadas durante el proceso de compactación para brindar la mejor calidad en el menor tiempo posible.

PASO 3: La operación de nivelación con acabado aprovechó la tecnología de la UTS. La precisión de la tecnología de la UTS en la motoniveladora eliminó la necesidad de instalar mojones y cordeles.

PASO 4: Se logró la elevación de agregados con acabado de manera eficiente y precisa y está listo para la pavimentación.

+ RESUMEN DE PAVIMENTACIÓN TRADICIONAL

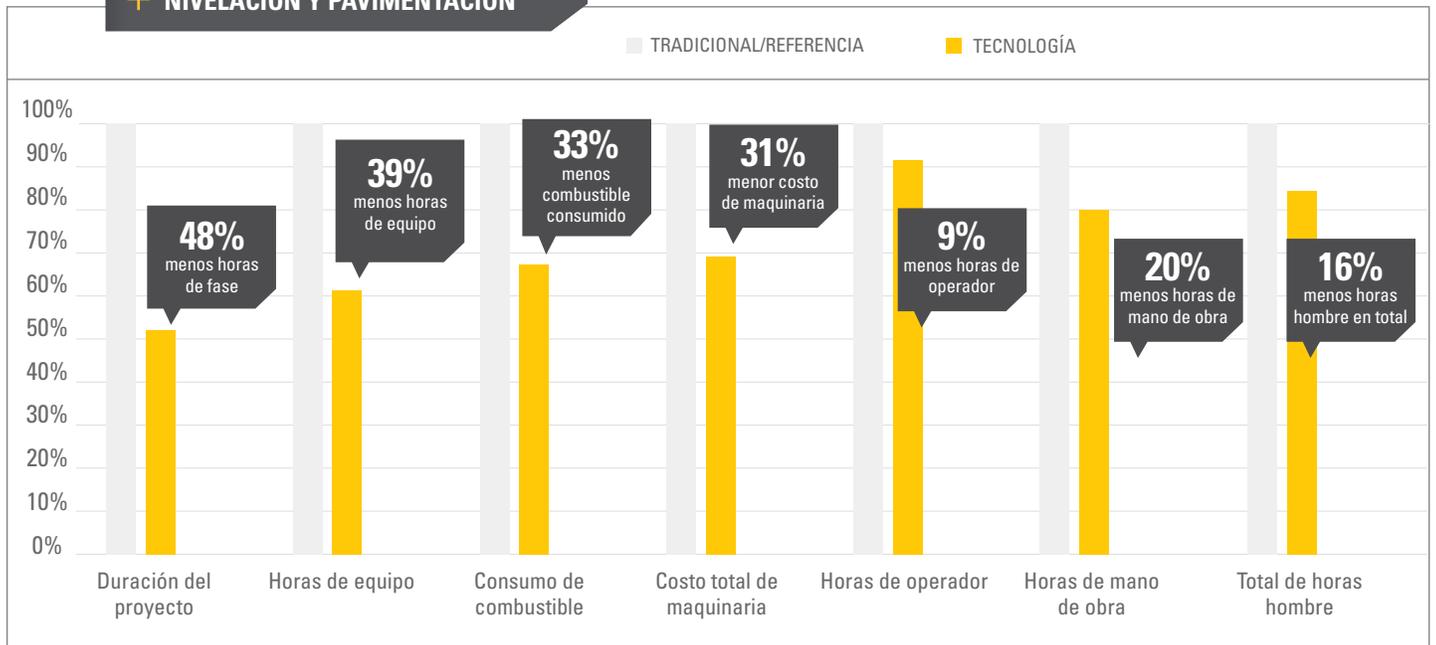
RESUMEN DE PAVIMENTACIÓN TRADICIONAL

El grosor de la manta fue inconsistente en algunos lugares, mostrando signos de material delgado y grueso, lo que es una evidencia de que la nivelación con acabado de la capa base de agregados fue inconsistente e imprecisa. Estas variaciones notables en el grosor contribuyeron a un excedente en la cantidad teórica de pavimento requerido. En general, este proceso puede generar un proceso de pavimentación más lento y más costoso que consume recursos adicionales y a menudo brinda una calidad inferior, lo que reduce la longevidad del pavimento.

RESUMEN DE PAVIMENTACIÓN CON TECNOLOGÍA

Usando el número óptimo de pasadas en el patrón escalonado, la degradación de las partículas del agregado dentro del pavimento se redujo significativamente. El control y la guía de la maquinaria, junto con la compactación inteligente, generaron eficiencia — sin cordeles, revisiones manuales de la nivelación o pruebas de compactación redundantes. Con menos personas en el sitio, se incrementó la seguridad. Se necesitaron menos pasadas, minimizando el desgaste de la maquinaria e impulsando la sustentabilidad. El resultado no solamente fue precisión, eficiencia y una reducción en la revisión y en excedentes de material, sino que también generó una carretera de mejor calidad. Brinda un recorrido más suave y una mayor longevidad y cuesta menos para construir.

+ NIVELACIÓN Y PAVIMENTACIÓN



Los porcentajes mostrados arriba reflejan los datos recopilados durante esta fase solamente. Consulte el apéndice para ver las definiciones de las gráficas.

+ CONCLUSIONES

Este estudio ilustra los beneficios sustanciales del uso de la tecnología frente a los métodos tradicionales de construcción de carreteras. El beneficio reconocido es asombroso cuando se considera la reducción en la duración del proyecto, las horas de equipo, el consumo de combustible, el costo total por máquina, las horas de operador, las horas de mano de obra y el total de horas hombre. Lo que también es de suma importancia para las organizaciones de los clientes y las personas trabajadoras que emplean es que la tecnología está al frente de la mayor seguridad en el sitio de trabajo y redujo la exposición a riesgos. Hablando de riesgos, al requerir menos horas máquina, se preserva a las máquinas de un desgaste excesivo, lo que reduce el consumo de combustible y genera una solución consciente del medio ambiente y, a final de cuentas, reduce las emisiones de gas invernadero.

EN RESUMEN, ÉSTE ES EL BENEFICIO PARA EL CLIENTE:

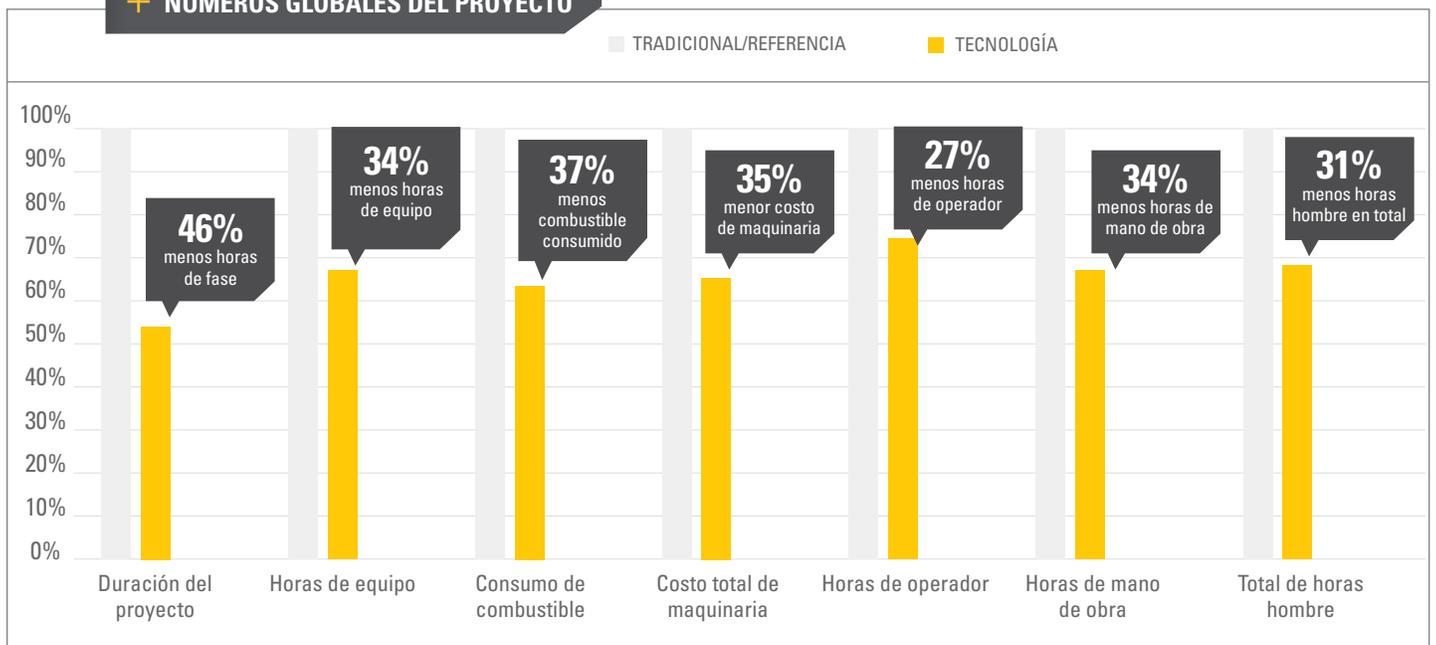
46% MENOS HORAS EN EL PROYECTO: Simplemente más beneficios y más oportunidades de ofertar por más trabajo. Reduce el costo por unidad y permite el crecimiento y la expansión de la empresa.

34% MENOS HORAS EQUIPO: Menores costos de mantenimiento y reparación, mayor disponibilidad de la maquinaria, uso efectivo y valor de reventa, además de un ciclo de vida extendido de la maquinaria.

37% MENOS CONSUMO DE COMBUSTIBLE: Se incrementaron las ganancias y la vida de la maquinaria, se garantizó una ventaja competitiva a la hora de ofertar, y se redujeron los niveles de emisión y la huella de carbono. Esto ahorró 12 acres (4,85 hectáreas) de bosque. Es un beneficio significativo por reducir las emisiones de gas invernadero.

31% MENOS DEL TOTAL DE HORAS HOMBRE: Mejor asignación de recursos, menos exposición a riesgos y una solución para la escasez de mano de obra calificada.

+ NÚMEROS GLOBALES DEL PROYECTO

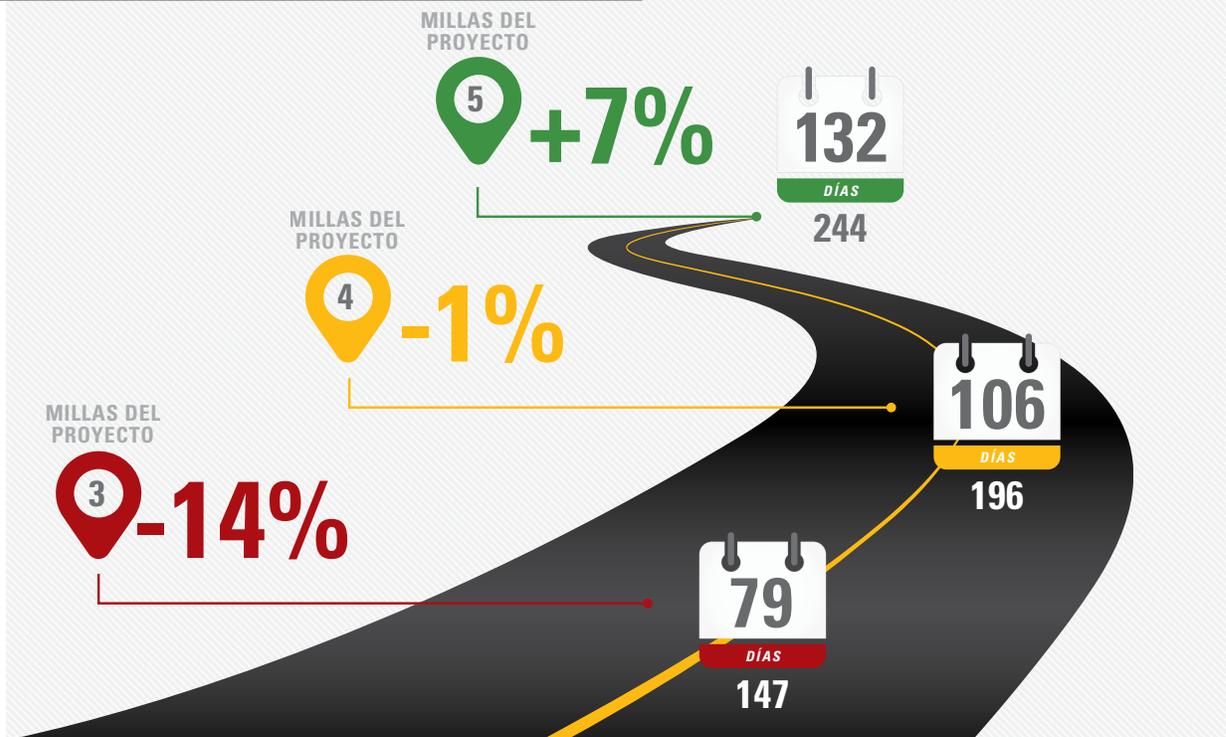


Consulte el apéndice para ver las definiciones de las gráficas.

ESTUDIO DE PRODUCCIÓN//CAMINO AL RENDIMIENTO

Al principio, llamamos a esto el camino hacia la rentabilidad. ¿Pero por cuánto tiempo debe recorrer el camino para recuperar la inversión? La inversión en nueva tecnología para este camino fue de aproximadamente \$250,000.

+ MENOS DE UN AÑO PARA OBTENER RENDIMIENTO



En un proyecto de construcción de carretera de aproximadamente tres millas de longitud, tomaría 79 días laborales para completarla con tecnología contra 147 días laborales con métodos tradicionales. Aunque 68 días menos para completar el proyecto es impresionante, aún se queda corto para recuperar toda la inversión. Sin embargo, en cuatro millas, casi se alcanza el punto de equilibrio. Eso significa que, por cada milla posterior, se percibirían los beneficios adicionales. Esta inversión pone a las personas que adoptan la tecnología en el carril de alta velocidad hacia la rentabilidad y en el siguiente proyecto en tiempo récord.

APÉNDICE

Se consultaron y se compilaron las Especificaciones para la Construcción de Carreteras y Puentes del Departamento de Transporte de Illinois a lo largo de este estudio comparativo.

DEFINICIONES DE COMPARACIÓN DE MATERIAL

Tradicional contra oferta — *una medida de la cantidad real de material utilizado en comparación con la cantidad teórica de oferta utilizando métodos de construcción tradicional.*

Tecnología contra oferta — *una medida de la cantidad real de material utilizado en comparación con la cantidad teórica de oferta utilizando tecnología.*

Tecnología contra tradicional — *la diferencia en consumo de material utilizando tecnología contra los métodos de construcción tradicionales en comparación con la cantidad teórica de oferta.*

Precisión tradicional contra cantidad planeada — *la diferencia entre la cantidad real de material utilizado empleando métodos de construcción tradicional en comparación con la cantidad teórica de oferta.*

Precisión tecnológica contra cantidad planeada — *la diferencia entre la cantidad real de material utilizado empleando tecnología en comparación con la cantidad teórica de oferta.*

DEFINICIONES DE LAS GRÁFICAS

Duración del proyecto — *el tiempo requerido para completar el proyecto.*

Horas equipo — *número total de unidades de medición de servicio del equipo (horas) acumuladas durante la construcción del proyecto.*

Consumo de combustible — *total de combustible consumido durante el proyecto.*

Costo total de la maquinaria — *incluye tarifa por hora de la maquinaria, consumo de combustible y costo del operador.*

Horas del operador — *número total de horas del operador consumidas, incluyendo tiempo de espera.*

Horas de mano de obra — *número total de horas de mano de obra consumidas, incluyendo grupos de inspección y de diseño de construcción.*

Total de horas hombre — *número total de horas consumidas por todos los operadores y obreros requerido para completar el proyecto.*