



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
AREA DE INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

USO DE LOS COMPUTADORES DE MANO EN PROYECTOS DE INGENIERÍA Y
CONSTRUCCIÓN

ANA CAROLINA BAQUERO PRIETO

BOGOTÁ D.C., DICIEMBRE DE 2004.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, a mis padres y a mis seres queridos por su apoyo en la realización de esta tesis de grado.

Al Ingeniero Diego Echeverry por su excelente asesoría y motivación durante el desarrollo de este trabajo.

A las compañías constructoras y consultoras que hicieron posible la documentación, análisis y experimentación, que sin su apoyo hubiera sido imposible realizarla.

C O N T E N I D O

	Página
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Objetivo General	3
1.2 Objetivos Específicos.....	4
2. METODOLOGÍA	5
3. MARCO TEÓRICO	7
3.1 Marco General	7
3.2 Computadores de Mano	8
3.3 Internet en el Sector de la Construcción	9
3.4 Términos Empleados en Proyectos de Construcción.....	11
4. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	14
4.1 Características Generales	14
4.1.1 Compaq Ipaq H 3970	14
4.1.2 Chaqueta de Expansión PCMCIA	16
4.1.3 PC Card – Tarjeta PCMCIA.....	17
4.2 Recomendaciones de Seguridad y Mantenimiento.....	19
4.3 Planes de Acceso a Internet.....	19
5. PROPUESTAS DE UTILIZACIÓN DE LA HERRAMIENTA	22
5.1 En Proyectos de Construcción	23
5.1.1 Toma de Datos	23
5.1.2 Avance de Obra.....	25
5.1.3 Control de Personal	27
5.1.4 Control de Maquinaria y Equipos	30
5.1.5 Almacén	30
5.1.6 Rendimientos	31

5.1.7 Ayuda Visual.....	31
5.1.8 Entrega de Obra	32
5.1.9 Agilizar Proceso de Pago a Contratistas.....	34
5.1.10 Manejo de Imprevistos	34
5.1.11 Agenda	35
5.1.12 Realización de Cálculos Rápidos	35
5.1.13 Grabación de Voz.....	38
5.1.14 Fotos	38
5.1.15 Comunicación y Coordinación (Internet)	39
5.2 Proyectos de Ingeniería en General.....	40
5.2.1 Dentro del Proceso de Definición de un Proyecto.....	40
5.2.2 Etapa de Excavación.....	41
5.2.3 Carteras Topográficas - Inspección de Pozos de Alcantarillado	41
5.2.4 Consulta de Especificaciones	43
5.2.5 Control del Sistema de Transporte	43
5.2.6 Evaluación de Edificios.....	43
5.3 Análisis General	45
6. EJEMPLO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL COMPUTADOR DE MANO EN EL CONTROL DE AVANCE DE OBRA.....	49
6.1 Metodología Caso de Estudio.....	49
6.2 Investigación Procedimiento Tradicional	49
6.3 Implementación del Computador de Mano en el Control de Avance.....	51
6.4 Análisis de Resultados.....	53
7. VENTAJAS DE LA HERRAMIENTA	54
8. DESVENTAJAS O LIMITANTES	57
9. CONCLUSIONES	59
10. RECOMENDACIONES	61
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

1. INTRODUCCIÓN

Los proyectos de ingeniería y construcción involucran múltiples actividades, interacción de profesionales de diferentes disciplinas e inversión de recursos para la satisfacción de una necesidad o la solución de un problema.

Por lo tanto el control de un proyecto es de vital importancia realizarlo de la forma requerida para garantizar que el proyecto termine en el momento justo y con los recursos planeados en un inicio. El control se puede realizar desde el momento mismo de su concepción.

La toma de datos para controlar un proyecto puede llegar a ser un aspecto crítico dado el volumen de información que se maneja y la urgencia de tomar decisiones acordes con la realidad.

La presente tesis se centra en este tema, dado el avance tecnológico y el desarrollo de los computadores, se pretende investigar en el apoyo que puede ofrecer los computadores de mano o PDA (Asistente Digital Personal) a los proyectos de ingeniería.

1.1 Objetivo General

Se continuará la tesis realizada por el Ing. Jaime Ardila en el segundo semestre del 2003, "Apoyo al Trabajo de Campo en Proyectos de Construcción Mediante el Uso de Computadores de Mano".

El trabajo realizado por el Ing. Ardila fue un primer paso en el control de proyectos en tiempo real, por lo tanto con la presente tesis se quiere aprovechar lo que ya se ha podido avanzar y continuar con su investigación.

El objetivo general es validar el uso de los computadores de mano como una herramienta de apoyo en proyectos de construcción e ingeniería en general.

Se identificarán las diferentes oportunidades de acción de la herramienta mediante prácticas de campo.

1.2 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos de esta tesis son:

- Como primer paso, revisar la tecnología utilizada y el marco teórico en que se desarrolla.
- Analizar los posibles campos de acción de los computadores de mano dentro de una obra de construcción y en proyectos de ingeniería civil.
- Comparar algunos procesos tradicionales vs. procesos realizados con computadores de mano, dentro de proyectos que se estén ejecutando.
- Analizar las ventajas y las desventajas de utilizar el computador de mano.
- Estandarizar los resultados y procedimientos obtenidos de tal forma que puedan ser aplicados en proyectos distintos a los analizados.

2. METODOLOGÍA

A continuación se describe la metodología que permitió llevar a cabo el trabajo y cumplir con los objetivos propuestos.

La investigación se realizó a través de varias fases, las cuales se explican dentro de este trabajo, siguiendo el mismo orden.

La primera fase consistió en consultar material bibliográfico para poder establecer el marco teórico del tema: “Uso de los computadores de mano en proyectos de ingeniería y construcción” (Ver Capítulo 3 Marco Teórico).

En la segunda fase se realiza una revisión de la tecnología utilizada y de los equipos adquiridos por la Universidad, el computador de mano Compaq lpaq H 3970 y la chaqueta de expansión PCMCIA. Adicionalmente se incluye una investigación de las diferentes alternativas que ofrece el mercado para conectar el equipo a Internet (Ver Capítulo 4 Descripción del Equipo).

En la tercera fase se crearon contactos dentro de proyectos de construcción que se ejecutan en la actualidad, se realizaron reuniones con las personas encargadas y se motivaron con el objetivo de la presente tesis para que suministraran información de sus proyectos. (Ver Capítulo 5 Propuestas de Utilización de la Herramienta)

Adicional a la evaluación de la utilidad del computador de mano en proyectos de construcción se investigan los diferentes campos de acción de la herramienta en proyectos de ingeniería en general. (Ver Numeral 5.1 Proyectos de Construcción y 5.2 Proyectos de Ingeniería en General).

Luego se realiza una descripción de la implementación del computador de mano en el proceso de control de avance de obra dentro de un proyecto en construcción. (Ver

Capítulo 6). Partiendo de una investigación del procedimiento tradicional y luego comparando el proceso al utilizar el computador de mano.

Por último, la cuarta fase es la de análisis y conclusiones:

- Se estandarizan los resultados y procedimientos obtenidos para aplicarlo en proyectos distintos a los analizados.
- Se genera y describen las ventajas, desventajas y recomendaciones para la utilización de la herramienta.

Esta última fase se encuentra descrita en los Capítulos 7, 8, 9 y 10.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Marco General

Como las tres variables más importantes en los proyectos de construcción son el tiempo, el costo y la calidad, se tienen dentro del desarrollo de éstos como metas principales cumplir con el cronograma, el presupuesto y las especificaciones planeadas en la etapa previa a su ejecución. Lo que genera la necesidad de tener un control continuo de todas las variables.

Dentro de los proyectos de construcción hay una gran cantidad de recursos involucrados tales como materiales, equipos, herramientas y personal. Es por esto necesario llevar a cabo un control estricto de cada uno de ellos.

En algunos proyectos, dado su tamaño o complejidad, el volumen de la información se hace a veces difícil de manejar generando dificultades en su control.

Detectar a tiempo cualquier variación frente al programa y al presupuesto inicial y poder dar una retroalimentación oportuna, es muy importante. Ya que a medida que el proyecto avanza, realizar cualquier cambio se vuelve cada vez más costoso y de mayor impacto.

Los imprevistos generan retrasos en el tiempo y costos adicionales por lo tanto se debe buscar mitigarlos o minimizarlos.

La documentación del proyecto es un proceso continuo que se debe realizar a todo lo largo del mismo. Es importante que la información recopilada y las experiencias adquiridas de un proyecto se conserven en las memorias para el beneficio de la empresa.

Generalmente en los proyectos de ingeniería los gerentes se enfrentan a diario con la toma de decisiones con el mínimo de información generando compromisos difíciles de cumplir o soluciones lejanas a la realidad.

Las compañías constructoras deben mejorar y optimizar sus procesos de acuerdo a los desarrollos tecnológicos del momento, con el fin de sobrevivir frente a la competencia nacional y poder competir con las industrias extranjeras que están ingresando al país.

Por lo tanto no se puede permitir que las decisiones sean basadas en subjetividad, información incompleta y preferencias personales. Se debe buscar minimizar al máximo la incertidumbre, tal como señala la Ing. Yamile Jackson, ph.D¹.

3.2 Computadores de Mano

Los computadores de mano cuentan con muchas ventajas que hacen pensar en una posible utilización cercana en el sector de la construcción en el medio colombiano.

Los PDA (Asistente Personal Digital), aparecen en 1993, luego de los avances tecnológicos de los últimos años. El primer PDA contaba con funciones básicas de agenda y no cumplía con las expectativas de los clientes ya que era muy costoso y tenía un volumen físico no apropiado². Lo que hizo que se continuará con su desarrollo hasta alcanzar lo que se tiene hoy en día, funciones y tamaños cómodos.

El computador de mano tiene una aplicación potencial en el proceso de recopilación de la información y es una herramienta útil para el control de costos y tiempos en tiempo real.

¹ Yamile Cendales de Jackson. Administración de Riesgos en Proyectos Internacionales. Ringstones. Consulting International, Inc. Septiembre 2004.

² www.handango.com/PDAHHistory.jsp?siteId=1 (Última Visita: Septiembre 2004)

Su utilización busca detectar rápidamente los problemas y solucionarlos oportunamente.

Hasta el momento en la industria de la construcción colombiana no se ha utilizado esta tecnología como apoyo al trabajo de campo, algunos ingenieros la utilizan exclusivamente como agenda y como apoyo a sus actividades personales.

Sin embargo en otros países como Estados Unidos la herramienta se esta utilizando en diferentes actividades con muy buenos resultados. Adicionalmente están aprovechando la cantidad de software que han desarrollado para las PDA.

En el capítulo 4 se explica en detalle los equipos empleados para el desarrollo de esta tesis los cuales fueron adquiridos por la Universidad de los Andes.

3.3 Internet en el Sector de la Construcción

El uso de la tecnología en proyectos de construcción en Colombia se ve aprovechada en muy pocos casos. Luego de una investigación en el desarrollo de esta tesis se consultaron varias páginas de Internet de empresas Colombianas constructoras, consultoras y de proveedores, este fue el resultado:

Las empresas ahora colocan en Internet una página con la información de la empresa, organigrama, visión, misión, ofrecen sus servicios y muestran lo relevante de cada uno de sus proyectos, complementándolos con fotos del avance de los mismos.

Cuando son proyectos que se deben vender, las páginas de Internet cuentan con una gran publicidad, con imágenes llamativas con el objetivo de cautivar compradores.

El acceso a ciertas partes lo limitan con claves para tener de esta forma controlada la información que puede ver cada usuario.

Algunos proveedores empiezan a crear sus propias páginas donde los clientes pueden conocer acerca de la empresa, ver los diferentes productos que ofrecen, la oficina más cercana donde pueden ir y algunos cuentan con pedidos en línea.

Como es el caso de Laminados Andinos (www.laminadosandinos.com) que tienen un software que permite solicitar los pedidos de Acero vía Internet.

En algunas compañías se tienen ya unos horarios establecidos para realizar el pedido como es el caso de Cemex (www.cemex.com) donde se debe realizar el pedido del concreto el viernes antes de las 5 de la tarde para ellos poder planear la siguiente semana.

Otro ejemplo es el de PAVCO, www.pavco.com.co, en esta página de Internet el usuario puede comprar o vender sus productos.

Todos estos casos responden a la necesidad de agilizar los procesos, de tomar decisiones en tiempo real y de aprovechar la tecnología para tomar ventaja frente a la competencia.

En otros países es más frecuente encontrar un tour virtual por el apartamento que ofrecen en venta, página de Internet con fotografías digitales, transmisión de video de la construcción en tiempo real, que permite al dueño hacerle seguimiento o a los diseñadores y especialistas darle apoyo al grupo de trabajo.

Algunos términos que son de utilidad para comprender mejor esta tesis se explican a continuación.

3.4 Términos Empleados en Proyectos de Construcción

Para realizar las siguientes definiciones se utilizó la referencia “Procedimiento para la Elaboración de Control de Programación” realizado por la firma PAYC³.

Comité de Obra: es una reunión que se lleva a cabo cada semana en la cual participan representantes del propietario de obra, el constructor, la interventoría y la gerencia. Esta tiene como objeto discutir los puntos más importantes del desarrollo de la obra con el propósito de que la obra pueda continuar su ejecución de una manera eficiente.

Corte de Obra: Proceso por medio del cual se establece el avance de cada una de las actividades de obra en un período de tiempo específico.

Se debe establecer un día específico de la semana para realizar el corte de obra, el cual corresponde al día anterior al comité de obra.

Control de Programación: es la comparación del desarrollo real de la obra con el desarrollo teórico del programa inicial. Esto se realiza con el fin de hallar las diferencias existentes entre los dos y de esta forma poder determinar si la obra registra adelantos o atrasos.

El informe de control de programación se realiza semanalmente y se presenta en el comité de obra ante el propietario del proyecto, el constructor, la interventoría y la gerencia de obra (si existe).

Suministro y Despacho de Materiales: esta información es suministrada por el almacenista de la obra se debe establecer la cantidad total requerida de cada uno de los materiales para la ejecución total de la obra y la cantidad suministrada hasta la fecha de corte y la cantidad gastada hasta la misma fecha.

³ Procedimiento para la Elaboración de Control de Programación. Edición 1. Revisión 2. PAYC. 2002.

Avance de Obra: para establecer el avance, se debe realizar el recorrido y medida de la obra y registrar el avance observado con respecto a la fecha de corte anterior para cada una de las actividades.

De esta forma se puede completar el siguiente cuadro que incluye las actividades de obra, la fecha de inicio y finalización de cada actividad, la duración en semanas, el avance esperado y el observado, en porcentaje.

CONTROL DE AVANCE DE OBRA

PROYECTO:

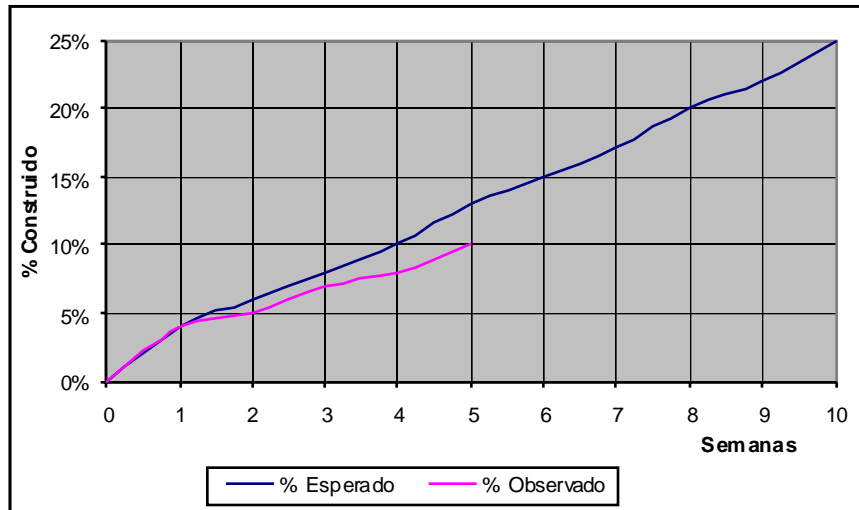
PERIODO: DEL: AL:

FECHA DE CORTE:

Actividad	Fecha Inicio Actividad	Fecha Final Actividad	Duración Actividad (Semanas)	Esperado Periodo (%)	Observado Periodo (%)	Esperado Acumulado (%)	Observado Acumulado (%)
Cimentación							
Estructura							
Acabados							
Fachada							
Cubierta							

Adicionalmente se puede graficar las curvas de avance esperado y observado en la duración del proyecto.

Así para este caso particular que se presenta en la Figura siguiente, cuando se ha ejecutado el 10% de la obra, el atraso en la semana 6 es de 2 semanas ya que el 10% de ejecución de obra se tenía esperado en la semana 4.



Control de Personal: Se clasifica el personal en profesional, auxiliar, de administración y el de contratistas, se especifica el personal utilizado y el requerido para el buen desarrollo de la obra.

Control de Suministro de Materiales: Para cada material se especifica la cantidad total de cada uno de los materiales, la cantidad pedida, la recibida, la cantidad gastada y lo que se encuentra en stock.

4. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Dentro de este capítulo se va a realizar una breve descripción de cada uno de los equipos, las recomendaciones de seguridad y mantenimiento y se señalan los diferentes planes de acceso a Internet que se tienen en el momento.

4.1 Características Generales

El equipo adquirido por la Universidad de los Andes es una Compaq Ipaq H3970 con chaqueta de expansión PCMCIA, la cual permite el uso de la tarjeta Inalámbrica G-Tran para la conexión a Internet.

4.1.1 Compaq Ipaq H 3970



Este computador de mano es un dispositivo que dado su tamaño cabe en la palma de la mano, sus dimensiones son las siguientes: altura: 5.5 in., Longitud: 3.3 in. y es muy liviano, 6.5 oz.⁴.

La pantalla de cristal líquido (LCD) se encuentra ubicada en la parte superior del equipo, tiene una resolución de 240 x 320 pixeles, y funciona por contacto. Y en la parte inferior se encuentran unas teclas de acceso rápido.

⁴ Fuente: <http://www.nextag.com/serv/main/buyer/> (Última Visita: Septiembre 2004)

Cuenta con 64 Megabytes de memoria RAM y 48 Megabytes de ROM.

El usuario puede utilizar la agenda, Word, Excel, Power Point, ver fotografías, videos y escuchar música, entre otras cosas.

El sistema operativo empleado es Pocket PC 2002, el cual tiene gran compatibilidad con el Windows de los PC, lo que permite realizar intercambio de archivos entre los equipos.

Existe un programa, **Microsoft ActiveSync**, que permite compartir y sincronizar los archivos de la PDA con el computador de escritorio.

Al realizar el proceso de sincronización es posible cortar, copiar y pegar cualquier archivo desde el computador personal hacia el dispositivo móvil y viceversa. Se puede realizar por ejemplo la sincronización del correo, el calendario, contactos, tareas, notas, archivos de Excel y de Word.

La información se puede introducir por medio de un teclado externo o señalando en el teclado de la pantalla o aprovechando un programa que tiene el computador para reconocer la escritura del usuario.

El costo del equipo Compaq Ipaq H3970 es de aproximadamente US\$400⁵.

Cuenta con la **tecnología Bluetooth** la que permite tener una conexión inalámbrica con otros dispositivos, en distancias cortas, máximo 9 metros⁶.

Con la tecnología Bluetooth no es necesario contar con una conexión física para⁷:

- Transferir archivos

⁵ http://www.dealtime.com/xPC-Compaq_iPAQ_Pocket_PC_H3970 (Ultima Visita: Diciembre 2004)

⁶ "La Fiebre del Oro Inalámbrico". Javier Mendez. Enter. Edición No.58 2003.

⁷ Manual de Bluetooth iPAQ Pocket PC de Compaq. Segunda Edición. Mayo 2002.

- Conectarse a Redes de Área Local (LAN)
- Tener Acceso a Redes Telefónicas
- Sincronizarse con un Computador
- Conectarse a Puertos en Serie
- Enviar o Intercambiar Tarjetas de Presentación

Adicionalmente tiene la **tecnología Wi-Fi** (Wireless Fidelity Transmision), con la cual se puede tener una conexión a Internet dentro del área de cubrimiento de la red local y adicionalmente permite comunicarse con la intranet y las impresoras.

Contiene una batería recargable, la cual en condiciones de trabajo tiene una duración de aproximadamente 12 horas.

4.1.2 Chaqueta de Expansión PCMCIA



Es un dispositivo en el cual se introduce la PDA y en la parte posterior contiene una ranura que permite conectarle la tarjeta MODEM inalámbrica G-Tran para conectarse a Internet.

El programa Pocket Internet Explorer permite realizar la navegación por Internet para las Pocket PC.

Las chaquetas PCMCIA pueden trabajar con tarjetas habilitadas para redes Wi-Fi y GSM/CDMA.

El costo de la Chaqueta de Expansión PCMCIA es aproximadamente US\$150⁸.

Cuando en el paquete de expansión de la iPAQ Pocket PC hay una tarjeta de PC inalámbrica, el computador de mano se mantiene encendido y no entra al modo de ahorro de energía, aún cuando exista una condición de batería baja. Esto hace que la batería de la Pocket PC pierda toda la energía, al igual que todos los datos y programas almacenados en la RAM. Por esto es recomendable retirar la tarjeta de PC del paquete de expansión cuando no se esté utilizando.⁹

4.1.3 PC Card – Tarjeta PCMCIA

Es un producto que permite el acceso móvil e inalámbrico a Internet desde un computador portátil o una agenda digital (PDA). Este dispositivo funciona como un MODEM. No necesita de cables o conexiones.



Los requerimientos de la tarjeta son:

- Un computador portátil o PDA con puerto PCMCIA Tipo II
- Windows 98 en adelante (no funciona con sistema operativo MAC)

⁸ http://www.computedemano.com/gate.html?name=Shopping_Cart&file=category&c_op=viewcat&category_id=8
(Última Visita: Diciembre 2004)

⁹ Prevent Battery Drain When Using a Wireless PC Card. Compaq. Primera Edición. Junio 2001.

La PC Card funciona a 800 Mhz tecnología CDMA 1X.

Se realizaron pruebas dentro de la red inalámbrica de la Universidad de los Andes para verificar la calidad de la conexión y el envío de información. Y se obtuvo una buena calidad en la señal sin presentarse interrupciones durante las pruebas realizadas.

La compañía Bellsouth señala el costo de la tarjeta en \$898.800 más IVA, sobre el cual se podría hacer un descuento dependiendo del plan a adquirir de conexión a internet y con la obligación de permanecer en ese plan durante un año.

Así si se adquiere un plan de 1000 minutos, con un cargo básico mensual de \$138.040 el descuento realizado en la tarjeta sería del 52.3%, quedando en 497.720 con el IVA incluido.

El siguiente cuadro señala las diferentes opciones que ofrece Bellsouth:

Minutos Incluidos	Cargo Fijo Mensual con IVA	Valor Minuto Cargo Fijo	Valor Minuto Adicional	Valor Tarjeta con IVA	Costo Anual	Valor Minuto Más Tarjeta
60	16.820	\$ 280	\$ 345	\$ 904.942	\$ 1.106.782	\$ 1.537
120	30.044	\$ 250	\$ 345	\$ 814.448	\$ 1.174.976	\$ 816
250	46.284	\$ 185	\$ 345	\$ 678.707	\$ 1.234.115	\$ 411
450	69.484	\$ 154	\$ 345	\$ 588.218	\$ 1.422.026	\$ 263
650	91.640	\$ 141	\$ 345	\$ 497.720	\$ 1.597.400	\$ 205
1000	138.040	\$ 138	\$ 345	\$ 497.720	\$ 2.154.200	\$ 180
2000	220.284	\$ 110	\$ 345	\$ 497.720	\$ 3.141.128	\$ 131

Fuente: Bellsouth. Agosto, 2004.

Se tiene que aumentando los minutos: el costo de la mensualidad aumenta, es más barata la tarjeta, es más barato el precio por minuto y aumenta el costo anual. Así dependiendo de las necesidades de minutos el cuadro anterior ayudaría a decidir por el mejor plan.

4.2 Recomendaciones de Seguridad y Mantenimiento

El manual de seguridad del equipo presenta las siguientes recomendaciones¹⁰:

- El equipo debe mantenerse lejos de las fuentes de calor, estufas o productos que produzcan calor.
- Nunca utilizar el producto en zonas húmedas
- No derramar líquidos sobre la iPAQ Pocket PC y protegerla de la lluvia.
- Evitar exponer el equipo a la luz solar directa o a fuerte radiación ultravioleta durante periodos de tiempo prolongados.
- Evitar rayar la superficie de la pantalla y golpearla contra objetos duros.

4.3 Planes de Acceso a Internet

Tener acceso a la red de Internet desde dispositivos de mano se realiza en Colombia gracias al servicio que ofrecen los operadores móviles (Comcel, BellSouth, Ola y Avantel, que ofrece su servicio a empresas) permitiendo navegar y enviar mensajes de correo electrónico.¹¹

En una entrevista a Rafael Jimenez, Gerente de Datos de Bellsouth, señaló: “El tema de la transmisión de datos siempre había sido visto por los operadores como algo complementario, y lo ofrecían para mostrar que estaban a la vanguardia tecnológica y para ofrecer servicios empresariales. Pero hoy podemos decir que Colombia está empezando a entrar a los servicios de Internet móvil de manera masiva”. Lo cual es un paso muy positivo para el país pues da la oportunidad a que todas las personas hagan uso de este servicio.

De acuerdo con un artículo publicado en el periódico el Tiempo en Septiembre del 2004, señala lo siguiente respecto a las ventajas de servicios móviles de Internet y los Planes en Colombia:

¹⁰ Important Safety Information. Compaq. Primera Edición. Octubre 2001.

¹¹ Entrevista a Rafael Jiménez, Gerente de Datos de BellSouth. Septiembre. 2004.

Ventajas de los Servicios Móviles de Internet:

- Conexión Permanente: no se necesita marcar para conectarse. En la mayoría de los casos se paga por lo que se consume en tráfico. Comcel, Ola y BellSouth tienen planes por megabytes (MB) al mes, y BellSouth también maneja el cobro por minutos.

- Cobertura Nacional. El acceso a la Red es desde cualquier lugar al que llegue la señal del operador celular.

Planes en Colombia:

Los tres operadores móviles tienen diferentes planes, según el tipo de servicio y el volumen de uso.

Comcel está promocionando su plan Navegue, que incluye 50 minutos de voz y 10 MB de transmisión de datos que se pueden usar con cualquier servicio (esto vale 45.000 pesos más IVA). También tiene planes solo de datos, como Datos 3, de 3 MB, por 12.000 pesos; Datos 10, de 10 MB, por 33.000 pesos, y Datos 20, de 20 MB, por 55.000 pesos más IVA.

Ola, ofrece Ola Web, un plan en el que cobra 29 pesos por Kilobyte (1 MB vale 29.000 pesos más IVA).

Por su parte, BellSouth factura por minutos o por volumen de datos, según el gusto del cliente. La tarifa por volumen de datos es de 14 pesos por Kilobyte transmitido (1 MB vale 14.000 pesos más IVA), y solo se factura el consumo mensual.

Así una compañía que desee adquirir un equipo de estos debe presupuestar aproximadamente lo siguiente:

- Compaq lpaq H3970: US\$400
- Chaqueta de Expansión PCMCIA: US\$150

- PC Card – Tarjeta PCMCIA: US\$ 371¹² (\$904.942) con el descuento dado por Bellsouth para un plan de 60 minutos.
- Cargo Fijo Mensual, 60minutos: US\$ 7¹² (\$16.820)

Para un total de US\$ 728 aproximadamente.

¹² www.eltiempo.com, TRM 13 Diciembre 2004: 1dolar = 2440 pesos Colombianos.

5. PROPUESTAS DE UTILIZACIÓN DE LA HERRAMIENTA

Se realiza el seguimiento a varios proyectos constructivos en la ciudad de Bogotá:

- A un edificio de vivienda, estrato 6, en la etapa de cimentación y estructura
- A un edificio institucional en la etapa de acabados
- Y a otro edificio de vivienda en la etapa de post-ventas, estrato 5.

Adicionalmente se entrevista a varios ingenieros de una empresa consultora, los cuales han trabajado en obras de ingeniería dentro y fuera del país, lo cual permitió tener una visión más general del tema en estudio.

A continuación se presentan algunas propuestas de utilización del computador de mano en proyectos de construcción e ingeniería en general.

Así, dentro de los proyectos de construcción se explicarán:

- Toma de Datos
- Avance de Obra
- Control de Personal
- Control de Maquinaria y Equipos
- Almacén
- Rendimientos
- Ayuda Visual
- Entrega de Obra
- Agilizar Proceso de Pago a Contratistas
- Manejo de Imprevistos
- Agenda
- Realización de Cálculos Rápidos
- Grabación de Voz
- Fotos
- Comunicación y Coordinación (Internet)

Dentro de proyectos de ingeniería en general:

- Dentro del Proceso de Definición de un Proyecto
- Etapa de Excavación
- Carteras Topográficas - Inspección de Pozos de Alcantarillado
- Consulta de Especificaciones
- Control del Sistema de Transporte
- Evaluación de Edificios

Al finalizar el capítulo en el numeral 5.3 se realizará un análisis general.

5.1 En Proyectos de Construcción

Se analiza la utilidad de tener un computador de mano en las labores diarias dentro de una obra y en su comunicación con la oficina principal.

5.1.1 Toma de Datos

El ingeniero y el inspector recorren la obra revisando y midiendo a diario el avance de las actividades y realizando aclaraciones de especificaciones.

El computador de mano les sería de gran utilidad en este recorrido, al consultar información o al anotar los pedidos de material que le hacen los maestros o para simplemente hacer anotaciones porque al no tener esta herramienta desde que se hacen las observaciones en obra y mientras llegan a la oficina se les pueden olvidar la cantidad de detalles que se presentan.

Cuando se tienen muchos contratistas la cantidad de información a tener en cuenta se aumenta.

La documentación de cualquier proyecto es importante para el seguimiento y control. Con un computador de mano se puede hacer esta recopilación de

información de forma organizada, permitiendo así el acceso a ella por cualquier participante, puede ser en formato de texto, audio, fotográfico y video.

Recolectar la información electrónicamente a cambio de realizarlo en papel es más organizado y accesible a todos los participantes del proyecto.

Se pueden establecer rutinas que le recuerden todos los ítems a observar o rutinas de verificación de los datos de entrada para que en el momento en que se introduce la información quede de una vez verificada.

Así si se tiene alguna inconsistencia se pueda aclarar de una vez en el lugar.

EJEMPLO EN EL CASO DE TOMA DE DATOS

A continuación se presenta un ejemplo en el que la utilización de un computador de mano sería muy recomendable:

En la actualidad se esta realizando la construcción de una barrera impermeable para impedir el paso de agua a una de las excavaciones que se realiza para la explotación de carbón en el Cerrejón (Guajira).

Las dimensiones de esta barrera son 90 cm. de ancho, 15 m. de profundidad y 3 Km. de largo, para realizar en un periodo de 12 meses.

Para su ejecución es necesario llevar el control a diario de los siguientes parámetros:

- Para el lodo (agua y bentonita): densidad, contenido de arena, viscosidad y volumen de filtración.
- Para el relleno (lodo y agregados): slump (asentamiento), granulometría y densidad.

El ingeniero debe controlar cualquier variación de estos parámetros, garantizando cumplir con las especificaciones dadas.

Adicionalmente se deben medir las profundidades de la trinchera, del contacto aluvión-roca y del relleno a lo largo de toda su longitud, al final de la jornada y al comienzo de la siguiente para detectar variaciones en la noche o durante un periodo de tiempo en el que no se trabaje.

Con el computador de mano se podría ahorrar el tiempo de viaje, de la obra al campamento, que se encuentra ubicado a 15 Km., aproximadamente 25 minutos por trayecto. Lugar donde se procesa a diario la información que se ha recopilado en formatos de papel y se envía por Internet a la oficina principal y al cliente.

Solo pasando la información, se esta gastando de 2 a 3 horas diarias, lo que equivale a 44 horas mensuales en el mejor de los casos, o una semana de trabajo, esto durante la ejecución del proyecto, 1 año, equivale a 12 semanas (3 meses) que se pueden ahorrar y se podrían aprovechar para análisis y elaboración de informes más detallados.

Los tres meses de sueldo del ingeniero responsable equivalen a 12 millones de pesos, que permitiría comprar un equipo como una PDA.

Adicionalmente se puede ahorrar papel y tomar decisiones inmediatas con reportes oportunos.

5.1.2 Avance de Obra

Generalmente a los contratistas se les paga dependiendo del avance realizado. Por lo tanto en la mayoría de los proyectos se realiza un control cada semana, donde se realiza un recorrido por la obra y se expresa el avance ya sea en porcentaje o en unidades realizadas.

EJEMPLO EN EL CASO DE AVANCE DE OBRA

Por ejemplo en la etapa de pilotaje se puede realizar un formato en Excel con la siguiente información:

CONTROL INDIVIDUAL DE PILOTES PRE-EXCAVADOS

INFORMACIÓN DE DISEÑO:

- Pilote
- Diámetro
- Longitud
- Profundidad de Excavación
- Nivel Superior Pilote
- Nivel Base Pilote
- Volumen Teórico
- Cota Superior Refuerzo

REVISIONES PREVIAS

- Coordinadas
- Ejes
- Nivel del Terreno
- Con la respectiva aprobación del Constructor, Subcontratista e Interventor

EJECUCIÓN PILOTE

- Diámetro
- No. Bombazos
- P.H. Polímero
- Viscosidad Polímero.
- Perfil de Excavación (una tabla que indica para cada metro de profundidad una descripción)
- Nivel del Terreno, Refuerzo Pilote, Concreto Pilote, Altura de Descabece, Altura Efectiva.
- Volumen Teórico, Volumen Real, Expansión.
- Espesor (m)

CALIDAD DEL CONCRETO

- Muestra No.
- F c 7 días, 28 días
- F c Testigos

Todo lo anterior debe ir con el visto bueno del constructor, del subcontratista y del interventor.

De esta forma se tiene controlado el avance de la cimentación.

5.1.3 Control de Personal

En proyectos con un gran número de trabajadores se vuelve una necesidad realizar un control rápido del personal. Se puede tener en una hoja de Excel la lista de los trabajadores de la obra donde se consigne la hora de llegada y salida para cada frente de trabajo. Quedando de esta forma muy fácil de realizar el cálculo de la nomina.

EJEMPLO CASO DE CONTROL DE PERSONAL

En una empresa constructora se tiene un formato como el presentado en el siguiente cuadro, el cual controla el número de personas que trabajan por semana con cada contratista.

FORMATO DE CONTROL DE PERSONAL DE LOS CONTRATISTAS

Semana	Contratista	Número de Trabajadores	Personal Requerido	Diferencia

Este cuadro permite comparar el número de personas que laboraron en esa semana vs. el personal requerido, de esta forma se sabe si hace falta personal o si están utilizando más de los planeados inicialmente.

En el cuadro de la siguiente página se presenta a manera de ejemplo la nómina de obreros para el mes de octubre de 2004 utilizada para controlar tres obreros (A, B y C) que deben trabajar en tres proyectos distintos (1,2 y 3).

Cuando se tienen varios proyectos al tiempo y con personal que se comparte de uno a otro se hace necesario llevar un control a diario.

Este cuadro permitió controlar el personal, diferenciar entre horas diurnas y extras diurnas o nocturnas. Así al completar esta información se genera instantáneamente el cálculo del salario para ese mes por obrero.

NÓMINA OBREROS MES DE OCTUBRE DE 2004

FEBRERO	Obrero A									Obrero B									Obrero C					
	Proyecto 1			Proyecto 2			Proyecto 3			Proyecto 1			Proyecto 2			Proyecto 3			Proyecto 1			Proyecto 2		
	JOR	HED	HEN	JOR	HED	HEN	JOR	HED	HEN	JOR	HED	HEN	JOR	HED	HEN	JOR	HED	HEN	JOR	HED	HEN	JOR	HED	HEN
Sábado 2		10	8																					
Domingo 3			7			1																		22
Lunes 4	1	2																				1	2	
Martes 5																						1	3,5	
Miércoles 6				1																		1	1	
Jueves 7												1	5	8								1	5	8
Viernes 8	1	5	8							1	5	8										1	6	8
Sábado 9	1	4								1	5									1	4			
Domingo 10				1		9							1		12							1		
Lunes 11				1									1								1			
Martes 12				1	2								1	2							1			
Miércoles 13				1	2								1	2										
Jueves 14							1	5	8							1	5	8					0,8	
Viernes 15	1	5	8													1	5	8						
Sábado 16	1																				1	3		
Domingo 17	1															1					1			
SUBTOTAL	6	26	31	5	4	10	1	5	8	2	10	8	5	9	20	3	5	8	6	12	8	6,8	17,5	38
TOTAL JOR	12									10										12,8				
TOTAL HED	35									24										29,5				
TOTAL HEN	49									36										46				
Valor JORNAL	16000									16000										16000				
Valor HED	2500									2500										2500				
Valor HEN	3500									3500										3500				
Valor Quincena	\$451.000									346.000										439.550				

JOR: Jomal de 7am a 5 pm, se señala 1 si es el día completo.
HED: Horas extras diurnas, 5 a 10 pm.
HEN: Horas extras nocturnas, 10pm a 7am, y los domingos.

5.1.4 Control de Maquinaria y Equipos

Cuando el proyecto es muy grande o se tienen varios a la vez se debe realizar un control del préstamo entre las diferentes obras de la maquinaria y del equipo utilizado.

El siguiente cuadro es un ejemplo de como se puede controlar la maquinaria o el equipo que se comparte en tres proyectos diferentes.

	Proyecto A	Proyecto B	Proyecto C
Equipo 1	1-10 Oct	11-30 Oct	
Equipo 2	1-10 Oct		11-25 Oct
Equipo 3		1-30 Oct	
Herramienta 1			1-15 Oct
Herramienta 2		1-15 Oct	16-30 Oct
Herramienta 3	1-10 Oct		

5.1.5 Almacén

El almacenista realiza el control de entrada y salida de materiales, muchas veces con un Kárdex, que son tarjetas que tienen la información para cada material.

Luego de escribirse en estas tarjetas la información es digitada en programas que existen en el mercado para el control de materiales, presentándose muchas veces errores al transcribir la información que más tarde deben corregirse.

El formato consiste principalmente en dejar consignado cualquier movimiento realizado en el almacén ya sean entradas o salidas, lo cual se puede realizar de una vez en el computador.

PROYECTO:
CONTROL DE MATERIALES: INFORME No. 05 - AGOSTO 17 AL 24 DE 2004

DESCRIPCIÓN DEL INSUMO	UN.	CANT. TOTAL Unidades	PEDIDO		RECIBIDO		DIFERENCIA		GASTADO		STOCK		POR PEDIR	
			Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
ACERO DE REFUERZO														
Acero Pilotaje	Ton.	28	28	100%	28	100%	0	0%	20	73%	8	27%	0	0%
SUBTOTAL	Ton.	28	28	100%	28	100%	0	0%	20	73%	8	27%	0	0%
CONCRETO														
Concreto Tremie	m3	1138.75	848.75	75%	848.75	75%	0	0%	848.75	75%	0	0%	290	25%
Concreto Tornillo	m3	80	80	100%	80	100%	0	0%	80	100%	0	0%	0	0%
SUBTOTAL	m3	1219	929	76%	929	76%	0	0%	929	76%	0	0%	290	24%

5.1.6 Rendimientos

Actualmente se realizan las propuestas con índices o con la experiencia de los ingenieros, sin saber en realidad el tiempo requerido, se puede utilizar el computador de mano para tener rendimientos reales.

Se puede recorrer la obra midiendo el tiempo requerido en la ejecución de las actividades o el tiempo empleado por las diferentes cuadrillas realizando una misma labor.

Permitiendo de esta forma tener diferentes criterios en la escogencia del personal o ayudar en la planeación de actividades repetitivas o en la ejecución de otros proyectos.

También se puede alimentar una base de datos con el registro histórico de la compañía, lo cual podría generar unas propuestas más realistas, con una mejor programación.

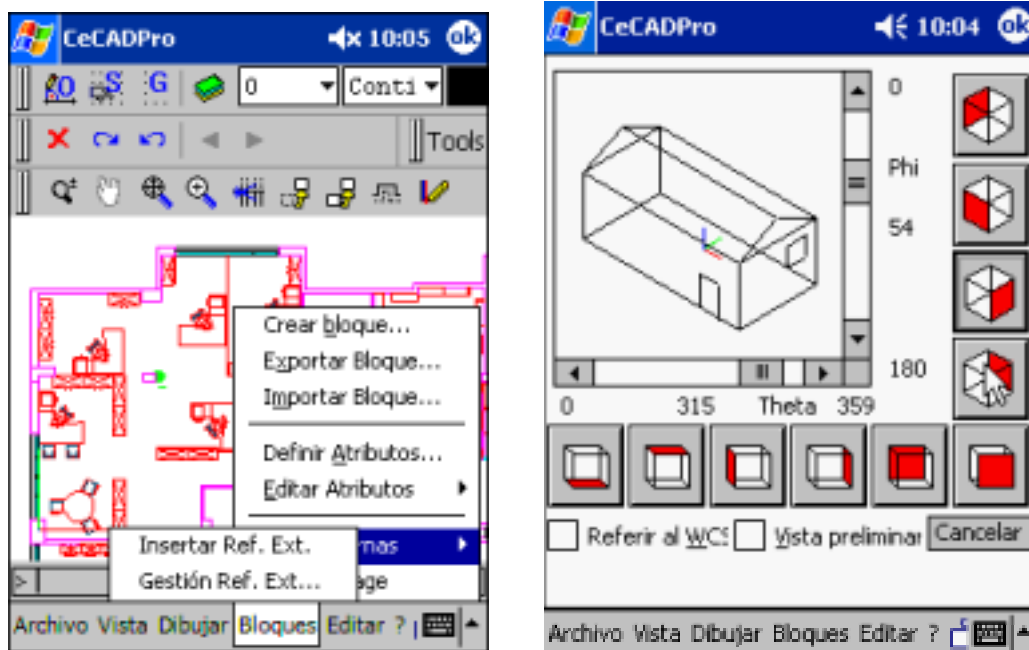
5.1.7 Ayuda Visual

En los recorridos por la obra el maestro se ve en la necesidad de explicarles a los obreros diferentes situaciones utilizando pedazos de papel o en las paredes de la construcción, sin quedar ningún registro permanente.

Muchas veces el obrero no entiende lo que le explicaron y construye lo que él cree.

Lo ideal sería mostrarle en la pantalla del computador de mano un modelo en tres dimensiones donde sea muy claro como se ve por cada vista arriba, abajo y de lado, cada detalle constructivo.

El programa "Ce Cad Pro", que se encuentra disponible en Internet, permite visualizar en obra, editar y generar los correspondientes "as built" in situ.



Fuente: http://www.todopocketpc.com/analisis_ver_articulo.asp?id_articulo=84&offset=2 (Última Visita: Diciembre 2004)

5.1.8 Entrega de Obra

En la entrega del contratista al ingeniero residente: se puede utilizar para verificar los detalles de los acabados cuando el contratista ha acabado y desea entregar su trabajo.

EJEMPLO CASO ENTREGA DE OBRA

En este caso se realizó el ejercicio en un proyecto en ejecución, logrando reducir la duración del recorrido por la obra a una tercera parte.

La manera tradicional en que lo estaban haciendo era escribir en un papel los detalles de avance de cada uno de los espacios de un edificio institucional. Al ser tal la cantidad de información la duración del recorrido por la obra fue de 6 horas y luego en la oficina se transcribió la información durante 3 horas.

El esquema de organización de la información era el siguiente:

Actividad	Descripción
Actividad 1	Característica A, Característica B, Característica C, Comentarios
Actividad 2	Característica A, Característica D, Característica E
Actividad 3	Característica B, Característica C, Característica E

Se propone utilizar el computador de mano para ver su utilidad, para esto el primer paso fue realizar una planeación de la información que se iba a recopilar en campo, haciendo un cuadro con todas las opciones posibles que se podrían encontrar en cada uno de los espacios del edificio, facilitando de esta forma la toma de datos mediante una lista de chequeo o permitiendo digitar tan solo un porcentaje de avance.

El cuadro resultante después de la etapa de planeación fue el siguiente:

Actividad	Característica A	Característica B	Característica C	Característica D	Característica E	Observaciones
Actividad 1	√	√	√			
Actividad 2	√			√	√	
Actividad 3		√	√		√	

De esta forma se logra ver la utilidad del computador de mano, el recorrido dura 2 horas sin tener que gastar tiempo en oficina digitando y organizando la información.

En la etapa de postventas también es de gran utilidad el computador de mano al tener una lista de chequeo que puede quedar de una vez con la firma del cliente.

5.1.9 Agilizar Proceso de Pago a Contratistas

En el proceso entre la generación del avance de obra y la aprobación por parte de los constructores y la interventoría se esta demorando en un determinado proyecto una semana, al cabo de la cual se le informa a la oficina lo siguiente:

- Acta No
- Fecha
- Obra
- Contratista
- Valor Contratado
- Valor Total
- Periodo Trabajado

La cual debe tener el visto bueno del ingeniero residente, el director de obra, el residente de la interventoría y el director de interventoría.

De esta forma en la oficina confirman la información, realizan los trámites contables y generan el pago respectivo al cabo de otra semana.

Si se coloca esta información en Internet donde se le informe a la oficina en tiempo real del avance de cada uno los contratos y de los pagos que se deben ejecutar los tiempos se podrían disminuir.

5.1.10 Manejo de Imprevistos

En proyectos constructivos se presentan frecuentemente imprevistos donde una comunicación en tiempo real con la oficina sería muy valiosa. Tomar decisiones en conjunto con los participantes del proyecto sería beneficioso.

5.1.11 Agenda

El computador de mano cuenta con una agenda la cual le permite al usuario organizarse, programar reuniones o tener avisos para acordarse de realizar ciertas actividades.

La interfase utilizada es muy amigable permitiendo visualizar varios meses o detallar en algún mes en particular ó a su vez observar las actividades que se tienen programadas día a día y hora a hora.

Para los ingenieros es de gran utilidad tener esta función en su computador de mano.

5.1.12 Realización de Cálculos Rápidos

Con la ayuda de la calculadora y el Excel del computador de mano se pueden hacer cálculos rápidamente, aprovechando las funciones que este trae.

Se puede tener un programa previamente establecido donde lo único que se deba hacer es darle los datos de entrada para obtener un resultado.

Facilitándole al ingeniero la toma de decisiones ya sea para resolver dudas o por cambios o rediseños o para negociaciones inmediatas con los contratistas como suele ocurrir en el ambiente de las obras.

EJEMPLO EN EL CASO DE REALIZAR CÁLCULOS

A continuación se presenta un ejemplo de la utilidad del computador de mano:

En el caso específico de un muro armado en tierra realizado en la ciudad de Bucaramanga, fueron necesarios tomar 2000 muestras para determinarles: la humedad natural, calibración de la arena en el cono y el ensayo de densidad.

El laboratorio de suelos se decide colocarlo en campo para saber si los parámetros se encuentran dentro de los rangos establecidos y poder continuar con la siguiente capa de relleno o dado el caso tomar las decisiones correspondientes.

Para agilizar la toma de datos, el cálculo de las operaciones matemáticas y conservar toda la información de manera organizada se elaboró una hoja de cálculo que se presenta en la siguiente página.

Las casillas en gris son los datos de entrada a las formulas que realizan los cálculos deseados.

Como se puede ver para cada uno de los ensayos, de los 2000 que se realizaron, el ingeniero debe tomar 11 datos y realizar 10 cálculos, lo cual tomaría muchísimo tiempo si nó estuviera previamente organizada la hoja de Excel, con las formulas correspondientes, en el computador de mano. Corriendo el riesgo adicional de cometer errores en el cálculo.

Este formato fue de gran utilidad para este proyecto y de igual manera se puede utilizar para la elaboración de cualquier otro.

DENSIDAD EN EL TERRENO

OBRA:

FECHA:

OPERADOR:

CALCULÓ: ING.

Ensayo N°	1	2	3	4
Localización FRENTE A :	CASA 21	CASA 16	CASA 11A	CASA 1
Elevación	BASE	BASE	BASE	BASE

HUMEDAD NATURAL

Frasco N°	3	50	13	1
Peso frasco + suelo húmedo(gr)	201,9	204,1	167	162,1
Peso frasco + suelo seco(gr)	195,0	196,8	161,6	158,0
Peso del agua(gr)	6,9	7,3	5,4	4,1
Peso frasco(gr)	34,2	34,1	34,4	34,2
Peso suelo seco(gr)	160,8	162,7	127,2	123,8
Contenido de agua(%)	4,3	4,5	4,2	3,3

CALIBRACIÓN DE LA ARENA EN EL CONO

Peso total(gr)	6870	5630	6135	7115
Peso(gr)	5635	4390	4905	5880
Peso arena cono(gr)	1235	1240	1230	1235

ENSAYO DE DENSIDAD

Peso total(gr)	7515	7230	7385	7375
Peso después ensayo(gr)	4165	3865	4000	4450
Peso arena cono y hueco(gr)	3350	3365	3385	2925
Peso arena hueco(gr)	2115	2125	2155	1690
Densidad arena(gr/cm3)	1,4	1,4	1,4	1,4
Volumen hueco(cm3)	1511	1518	1539	1207
Peso material extraído(gr)	3259	3270	3050	2550
Peso específico húmedo(t/m3)	2,157	2,154	1,981	2,112
Peso específico seco(t/m3)	2,068	2,062	1,901	2,045
Peso específico máximo(t/m3)	2,110	2,110	2,110	2,110
Compactación(%)	98,0	97,7	90,1	96,9

OBSERVACIONES:

5.1.13 Grabación de Voz

El computador de mano cuenta con la herramienta de realizar grabaciones de voz, la cual es muy útil en lugares en que se dificulte escribir la información o también cuando se prefiera comodidad o rapidez en la toma de datos.

5.1.14 Fotos

Se puede combinar el computador de mano con una cámara digital. En los proyectos de construcción es bueno llevar un registro fotográfico del avance de la obra, ya sea semanal, mensual o con cierto intervalo de tiempo.

Generalmente se utilizan con diferentes objetivos:

- Tener constancia de lo ejecutado.
- Informar a las directivas y al cliente del avance de la obra.
- Controlar al contratista.
- Tomar fotos de detalles.
- Para mostrarle a los proveedores el estado en que llegan los materiales a la obra.
- Para corregir errores, solucionar problemas por la interacción entre ingeniería y construcción.
- Para una retroalimentación a las personas que participaron en su planeación y diseño.
- Facilitar la interacción con oficina, permitiéndole a los especialistas observar la obra sin tener que desplazarse al terreno.
- Las fotografías permiten registrar adicionalmente la maquinaria utilizada.
- Las vallas de publicidad
- El estado de la calle y de las áreas vecinas al proyecto.
- Es bueno tomarle fotos a lo que quede cubierto, que después no se puede ver, por ejemplo aceros de refuerzo.
- Cuando algo quedo mal construido o se deben realizar cambios, es necesario tomar fotos para tener pruebas y evitar que se tengan discusiones

más adelante con los contratistas (hormiguo del concreto o si una formaleta se pandeo).

En muchos casos el ingeniero residente tiene deficiencias o dudas y necesita alguna consulta o la asesoría de un especialista que si se explica por teléfono no es tan claro como con una imagen.

Los especialistas son personas tan ocupadas que si se les pide una cita en Bogotá llegan a la obra a los dos días, mientras que si es fuera de la ciudad se deben esperar a coordinar el viaje, con todos los gastos que eso implica.

En la actualidad se están enviando las fotos de un proyecto en Buenaventura para la asesoría de un especialista estructural que reside en Bogotá, demorándose 5 días en el correo tradicional para que el especialista se pueda enterar de lo que esta sucediendo en obra y pueda dar una respuesta.

Lo anterior se podría mejorar al tomar las fotos con una cámara digital y enviar la información por Internet.

5.1.15 Comunicación y Coordinación (Internet)

Semanalmente las obras envían a la oficina:

- El avance de obra, una comparación de lo realizado vs. lo planeado
- El estado de las conexiones a servicios públicos
- Las actividades críticas
- Solicitud de materiales
- Los suministros críticos (generalmente acero, concreto, enchapes o bloque dependiendo la etapa del proyecto).
- Cantidad de personal utilizado vs. el requerido.
- Facturas
- Liquidación de contratos
- Imprevistos que se presentaron (por ejemplo: no llego el material).

Se podría actualizar esta información en una página de Internet o enviando un correo electrónico, donde la persona encargada pueda acceder en cualquier momento.

Para comunicación instantánea entre actividades de campo y coordinación de tareas en oficina es excelente. Utilizando el correo electrónico o el Messenger.

El coordinador de proyectos puede responder en las reuniones con información actualizada sin tener que desplazarse a cada una de las obras que controla.

5.2 Proyectos de Ingeniería en General

5.2.1 Dentro del Proceso de Definición de un Proyecto

Uno de los pasos dentro de la definición de proyectos es la caracterización física tal como se señala en: "A Process for Project Definition in A/E/C Projects"¹³ y en "Area Investigation Guidelines"¹⁴.

El computador de mano ayudaría a documentar las principales características, que señalan estos artículos:

- Definir el lugar del proyecto (Localización geográfica, nivel de accesibilidad, Opciones de Transporte).
- Condiciones de la Superficie
- Condiciones de la Sub-Superficie
- Condiciones Ambientales (Agua, Sol, Aire y Biota)
- Características de la Infraestructura Existente (Servicios Públicos, Vías Cercanas, Líneas Férreas)

¹³ A Process for Project Definition in A/E/C Projects. Jorge Vanegas. Georgia Institute of Technology. USA.

¹⁴ Area Investigation Guidelines. Professional Construction Management. Barrie and Paulson. 1992.

- Materiales y Equipos que se pueden conseguir en la zona, incluyendo sus precios.
- Datos Climatológicos (máximos y mínimos en temperatura y precipitación mensual).
- Otros Proyectos (Observar qué métodos utilizan?, materiales?, subcontratistas? la productividad?)

Para cada una de estas características se puede realizar una lista de chequeo.

5.2.2 Etapa de Excavación

En la etapa de excavación se busca controlar el número de viajes de material excavado, entonces se completa el siguiente cuadro y se paga al verificar la información con el recibo del botadero autorizado por el DAMA.

Placa de la Volqueta	Número de Viajes	m ³ (6 ó 10)

Al tener ésta información en Excel se puede organizar por columnas de acuerdo a lo que uno necesite, facilitándole los cálculos por ejemplo, el número de viajes realizado por volqueta, se clasifica por la placa y se suman esos viajes, permitiéndolo ser más rápido y organizado que en papel.

De igual manera se puede calcular rápidamente el número de m³ transportados, el número de volquetas que participaron.

5.2.3 Carteras Topográficas - Inspección de Pozos de Alcantarillado

En las carteras de nivelación de los pozos de alcantarillado los topógrafos primero escriben la información y luego en oficina otra persona digita.

En proyectos de gran escala, un computador de mano con las tablas en Excel permitiría ahorrar dinero y tiempo.

EJEMPLO

Hace pocos meses se realizó una investigación de la cobertura de redes de acueducto y alcantarillado en Buenaventura.

En este caso en particular se presentó la siguiente situación:

Se utilizó formatos que el personal en campo completó, escribiendo información como: identificación del tubo o el pozo, características de materiales, longitudes, profundidades, entre otras cosas.

Esta actividad fue realizada por tres topógrafos durante 2 meses.

Al ser un proyecto de gran magnitud, el levantamiento de 7000 pozos con sus tuberías anexas, fue necesario contratar por un mes dos auxiliares para que digitaran la información recopilada en campo.

Lo cual generó adicionalmente dos meses con tres ingenieros para la revisión de la información, porque se cometieron errores al transcribir y como no eran las mismas personas las que fueron a campo la información que no era clara no la interpretaron correctamente.

El salario básico, sin incluir las prestaciones correspondientes es: para los auxiliares \$450.000, el ingeniero coordinador \$2'300.000, dos ingenieros junior \$1'500.000.

En un caso como estos es claro los costos que se han generado de más (dos auxiliares que digitaron y 3 ingenieros que revisaron) y el tiempo perdido (3 meses en total) que si se hubiera utilizado un computador de mano donde se hubiera escrito toda la información de una vez en limpio.

Adicionalmente ya se puede realizar una combinación del GPS (Global Position Systems) para confirmar posiciones y levantamientos con el computador de mano. Facilitando aún más la toma de datos y el procesamiento de la información, porque al tener las coordenadas “x, y” de cada punto se pueden generar los planos casi automáticamente.

5.2.4 Consulta de Especificaciones

El ingeniero residente o el personal de obra muchas veces necesitan consultar las especificaciones requeridas para el proyecto que están ejecutando, como son la temperatura, humedad, condiciones de colocación de ciertos materiales.

Por ejemplo las empresas de servicios públicos, acueducto, alcantarillado, teléfono, gas y energía, tienen especificaciones particulares de materiales, de colocación y constructivas o de instalación, que el ingeniero no las puede llevar todas a campo fácilmente.

De forma general esto es aplicable a todo tipo de especificaciones constructivas.

Se debe buscar una forma de comunicación rápida, que permita intercambiar ideas entre la oficina y la obra. Y no, que el ingeniero se deba desplazar de la obra a la oficina a buscar lo que le hace falta y regresar nuevamente a la obra.

5.2.5 Control del Sistema de Transporte

Sirve para hacer estimativos del tráfico, contabilizando por tipo de vehículo (buses o carros particulares) o número de personas por bus para que los sistemas de transporte planeen mejor su distribución durante el día y presten un mejor servicio.

5.2.6 Evaluación de Edificios

Para la evaluación de edificios luego de terremotos, tal como lo están utilizando con la aplicación para PDA´s que se encuentra disponible en Internet de la ATC-20i

Mobile Postearthquake Building Safety Evaluation Data Acquisition System Version 1.0.

Se ingresa la información a través de formatos que se transmiten a través de Internet a un servidor central donde son revisados, organizados y gerenciados.

El menú principal permite escoger una de las siguientes opciones:

- Realizar una nueva inspección
- Editar una inspección hecha previamente
- Sincronizar la información con un servidor remoto.

Por medio de botones de escogencia y formatos con espacios se introduce la siguiente información:

- Identificación del inspector
- Fecha
- Hora
- Lugar (Ciudad, Dirección)
- Área Inspeccionada:
 - Exterior solamente
 - Interior y Exterior
- Condiciones Observadas:
 - Daños (menores o ninguno, moderados y severos)
- Daños Estimados del Edificio (%)
 - 0
 - 1-10
 - 10-30
 - 30-60
 - 60-100
 - 100
- Detalles
- Recomendaciones

5.3 Análisis General

Luego de analizar los diferentes proyectos y experiencias de los profesionales consultados se encontró lo siguiente:

El computador de mano se debe ver como una herramienta de apoyo a los proyectos, no se busca que remplace el computador de escritorio.

Para garantizar que las obras sean cada vez más seguras y eficientes se hace necesario controlar todos los procesos que se lleven a cabo en el proyecto.

La utilización de la herramienta implica un cambio de mentalidad. En las obras a veces se tiene un gran afán por entregar rápido y no se llevan a cabo controles de materiales o de avance de obra, dejando de documentar el proyecto y teniendo más tarde problemas.

Los problemas en obra son frecuentes por que no queda todo por escrito, por que no hay una buena comunicación entre los integrantes del proyecto y se generan por no tener claridad y transparencia en los procesos, lo cual se puede solucionar con un computador de mano.

Es muy importante informarle a tiempo al cliente como se encuentra la obra en cuanto a costos y tiempos respecto al plan inicial para que al final no se tengan sorpresas.

Se debe identificar actividades donde se este escribiendo a mano y luego se pierda tiempo pasando esta información a limpio en el computador de la oficina (actas de reuniones, recorridos por la obra, etc.).

Los almacenistas, maestros e inspectores son los encargados directamente de ir controlando el avance de la obra, pedidos y movimiento de materiales y muchas veces son los encargados de llevar la información al ingeniero residente que esta en

la oficina de la obra ocupado en labores administrativas. De esta forma se ve que las personas que más necesitarían usar el computador de mano para realizar sus anotaciones en lugar de usar las libretas que normalmente usan son estas personas.

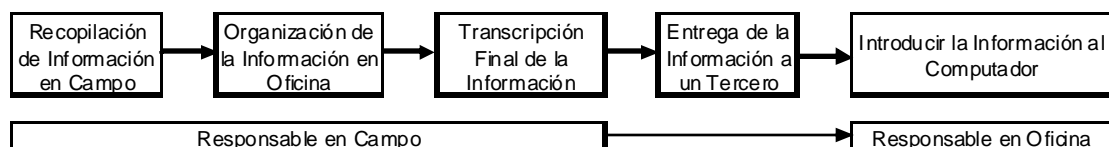
Pero desafortunadamente el nivel educacional de estas personas es mínimo, ya que son escogidas por la experiencia que tienen, así que se tendría que invertir en capacitación si se quiere que ellas sean las que usen el computador de mano dentro de la obra.

A continuación se describe a grandes rasgos el proceso de toma de datos que se ha identificado en los diferentes proyectos:

Primero que todo la persona encargada realiza una etapa de recopilación de la información en campo, muchas veces lleva un cuaderno donde toma nota de todo lo que se encuentre y lo registra de forma desorganizada. Luego, más tarde, en el campamento organiza la información de acuerdo a lo que se este necesitando y transcribe en una hoja en limpio para poderle entregar el reporte a un tercero o a su superior.

La segunda etapa consiste en introducir la información al computador por parte de otro profesional. El cual trata de interpretar lo consignado y digita solo lo que él considera relevante.

Este proceso se puede observar en el siguiente diagrama:



En este proceso se generan en muchos casos errores tanto en la interpretación como en la transcripción, que generan a su vez una etapa de revisión y verificación posterior a la toma de datos.

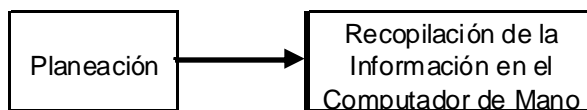
Es algo cultural, utilizar papel y lápiz y una secretaria que pase a limpio la información.

Teniendo una herramienta como un computador de mano disponible se podrían superar estos inconvenientes.

Las etapas que se han identificado para la implementación de la herramienta serían:

Primero se debe realizar una etapa de planeación, en la cual las personas responsables en campo y en oficina deben identificar la información que se debe recopilar, de tal forma que se puedan elaborar unos cuadros, por ejemplo en Excel, para tomar la información de manera organizada y le permita recordar a la persona de campo todo lo que se requiere verificar.

El diagrama que describe este proceso se resume en lo siguiente:



En el momento que se acaba de realizar la recopilación de la información se tiene ya todo listo en el computador, evitando errores y ahorrando tiempo.

Y si se llega a necesitar se puede desarrollar una aplicación que permita capturar y filtrar toda la información recopilada en campo.

Dado el costo del equipo es recomendable identificar el mayor número de aplicaciones para utilizar la herramienta y potencializar al máximo su uso.

Algunas veces los proyectos de construcción pueden ubicarse en sitios remotos por lo tanto se hace necesario contar con el acceso a redes con cubrimiento global, como es el caso de la red celular.

En los siguientes capítulos se describirán las ventajas y desventajas en la utilización de la herramienta.

6. EJEMPLO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL COMPUTADOR DE MANO EN EL CONTROL DE AVANCE DE OBRA

En la actualidad se esta llevando a cabo la construcción de un proyecto, donde la firma que ha facilitado el acceso a la información esta realizando la Gerencia e Interventoría.

Las funciones principales de esta firma es representar al dueño frente a los contratistas y ser la responsable del cumplimiento del presupuesto, programa de obra y especificaciones de calidad establecidos en un inicio.

6.1 Metodología Caso de Estudio

Dentro del estudio del proyecto se siguieron los siguientes pasos:

- Investigar el procedimiento actual con el que se lleva a cabo el control de avance de obra.
- Planear la implementación del computador de mano en la evaluación del avance de obra.
- Análisis de Resultados
- Conclusiones

6.2 Investigación Procedimiento Tradicional

El objetivo del control de avance de obra es determinar el avance físico de la obra comparado con la inversión realizada, el dinero entregado al contratista, para poder de esta forma identificar donde se están gastando los recursos y que actividades están atrasadas.

El control de avance de obra se realiza de forma semanal y se presenta al comité donde se toman las medidas necesarias.

En la actualidad se llevan a cabo los siguientes pasos:

1. Recorrido por la Obra: con una duración entre 1.0 y 2.5 horas, durante las cuales se va coloreando en un plano escala 1:200 el avance. Este plano contiene cada uno de los avances anteriores con un color diferente.
2. En la oficina se pasa la información a un plano más grande en el cual es más preciso realizar las mediciones, escala 1:50. Esta actividad tiene una duración aproximada de: 0.5 horas.
3. Calcular cantidades de avance en el plano escala 1:50, varia de 0.5 h a 1.5 horas.
4. Introduciendo la información al computador: 0.5 horas.
5. Donde previamente se tiene una hoja en Excel con la siguiente información:
 - Nombre de la Actividad
 - Unidad (Planos): m, m², m³...
 - Total: por ejemplo 100 m² de piso
 - Fecha de Cortes: Se escribe la cantidad de avance desde la fecha anterior, por ejemplo: 15 de Febrero: 25 m.

Así se tienen los siguientes formatos para llevar el control del avance:

Por cantidad:

Actividad	Unidad	Total	Fecha de Corte		
			1 de Febrero	8 de Febrero	15 de Febrero
	m	100	20	10	25
	m ²				
	m ³				

Es más demorado, porque se debe medir pero es objetivo y permite tener una mayor precisión.

Por porcentaje de avance:

Actividad	Fecha de Inicio	Fecha Finalización	Duración	% de Avance Esperado	% de Avance Real

Es subjetivo, se busca medir la totalidad cada vez, para evitar los errores previos.

El tiempo total observado en la realización del control de avance es entre 3.0 y 5.0 horas. La diferencia en tiempos se debe a varios factores, primero que se realizaron los recorridos de la obra a horas y días diferentes teniendo por lo tanto diferentes actividades a controlar y segundo a que el proceso de “visita a la obra” se ve interrumpido por otras actividades, por consiguiente no es continuo su desarrollo.

COMENTARIOS:

- Se permite una confusión entre el avance de la semana actual con semanas previas dada la metodología utilizada, porque se confunden los colores en un plano tan pequeño, escala 1:200.
- El registro en el plano permite contar con el registro de todas las semanas y analizar los rendimientos de las diferentes actividades.
- Si en el momento de pasar la información al computador se encuentra alguna inconsistencia es necesario volver a la obra para aclararla, aumentando así la duración de la actividad.

6.3 Implementación del Computador de Mano en el Control de Avance

Se realiza el recorrido con el computador de mano y simultáneamente se registra el avance en una hoja de Excel. Para lo anterior es necesario contar con el plano de colores como guía para saber hasta donde se llegó la semana pasada por que sino cada vez se debe medir la totalidad.

Se realizó esta actividad con una duración que varió entre 2.0 y 3.0 horas.

COMENTARIOS:

- El control de avance se realiza de forma objetiva porque todo corresponde a lo medido en campo.
- El informe de avance se realiza de una vez en limpio permitiendo aclarar cualquier duda durante el recorrido.
- Se disminuyen las posibilidades de error al disminuir la cantidad de pasos para obtener el resultado final.
- El informe de avance de obra se realizaría con información más actualizada.
- Para el recorrido por la obra se debe realizar con un plano guía para identificar los espacios.
- El plano de colores permite tener un registro del avance de todas las semanas.
- El nivel de detalle de las actividades a controlar puede ser mayor permitiendo tener un listado de chequeo que facilite el proceso.
- El equipo permite realizar grabaciones de voz lo cual se aprovechó para recordar aspectos en la oficina.
- Se ve la necesidad de la colaboración de otra persona.
- El equipo debe ser protegido contra el polvo, los golpes, el agua y demás, que en un ambiente de construcción es muy difícil de controlar.
- Se tuvo problemas con la transferencia de la información del computador de mano a la CPU, el polvo no permitía la transmisión. Esto se pudo solucionar soplando las partes.
- Se debe alistar con anterioridad el archivo donde se registrará el avance encontrado de tal forma que facilite el recorrido y permita digitar solo un número o una opción de chequeo.

6.4 Análisis de Resultados

CUADRO COMPARATIVO DE LOS TIEMPOS (HORAS) EMPLEADOS EN EL
CONTROL DE AVANCE DE OBRA DEL EDIFICIO Q

Actividad	Tradicional	Con el Computador de Mano
Recorrido por la Obra	1,0 - 2,5	2,0 - 3,0
Pasar Información Plano Escala 1:50	0,5	
Calcular Cantidades	0,5 - 1,5	
Pasar Información al Computador	0,5	
Total	2,5 - 5,0	

- Con las visitas que se realizaron el recorrido con el computador de mano disminuyó la duración en aproximadamente 2 horas.
- De esta forma se podría pensar en realizar más controles de avance durante la semana.
- La diferencia precisa entre los dos procedimientos no se tiene porque se realizaron en diferentes momentos las visitas a la obra.
- El sueldo del ingeniero es: \$1`170.000 mensual y trabaja 48 horas semanales, lo que equivale a aproximadamente \$6.100 la hora.
- Si se asume un ahorro de 2 horas semanales en la actividad de control de programación del proyecto se tiene un ahorro mensual de \$48.750.
- Lo anterior es por una sola actividad que se realiza una vez a la semana por lo tanto se debe buscar diferentes actividades donde se pueda utilizar la herramienta.
- Adicionalmente no solo se debe ver el ahorro de la hora de ingeniero sino los beneficios que trae para el proyecto poder tener un control objetivo y preciso.

7. VENTAJAS DE LA HERRAMIENTA

- La herramienta permite movilidad, es liviana, de tamaño pequeño y fácil de llevar.
- Al no tener cables para conectarse a la energía o para tener conexión a Internet permite un libre desplazamiento.
- Se debe usar para :
Visitas fuera de la ciudad o lugares remotos donde no hay oficina fija.
Recorridos ya sea por la obra o por cualquier sitio de interés y se necesite tomar nota de información, y que mejor que tomarla de una vez en limpio.
En proyectos viales donde no se tiene oficina fija.
- Ideal para el control de múltiples proyectos.
- Se debe identificar actividades repetitivas o en proyectos de gran tamaño se hace más necesario, por la cantidad de información que se maneja.
- El computador de mano debe ser usado para tomar datos de forma rápida y luego si en oficina se realizan los cálculos siguientes donde la pantalla permite visualizar mejor.
- Adicionalmente se puede aprovechar los programas de Word, Excel si se necesita realizar anotaciones de tipo texto o numérico o hacer cálculos simples o tener resultados rápidos.
- Se pueden realizar anotaciones, diagramas que más adelante se puedan utilizar para recordar en la oficina.
- Se busca tener la información a la mano y poder comprobar cualquier inconsistencia en el lugar que se toma la información.
- Se debe utilizar donde se tenga un gran impacto si se duplica el tiempo de toma de la información en papel y transcribirla a limpio digitando en el computador.

Con el computador de mano se busca:

- Ser más eficientes y productivos.
- Digitar la información con rutinas de chequeo automáticas para validar los datos.

- Minimizar el trabajo de oficina
- Minimizar errores de la manipulación de la información, escribir de una vez en limpio.
- Minimizar el riesgo.
- Se puede sistematizar el ciclo captura – validación y uso, de donde se origina ya sea la hoja de Excel, el informe o el plano.
- Con menos personas manipulando la información se aumenta la velocidad del proceso y se reduce el tiempo. Tiempo que puede ser utilizado para analizar la información.
- Ahorro horas hombre.
- Todo esto se traduce en una reducción de costos y un ahorro de tiempo, luego del recorrido por la obra esta listo el informe.
- Cuando las compañías realizan trabajos específicos y el proceso lo realizan muchas veces, estos se pueden estandarizar aumentando la eficiencia.
- Para las compañías tener una tecnología los puede beneficiar para desarrollar un tipo determinado de negocios.
- El costo del aparato aunque se lo cargan como costo directo a un proyecto cuando este termine le queda de una vez a la compañía para ser utilizado en otros proyectos.

El computador de mano permite:

- Tener un control en tiempo real.
- Facilita el control de calidad, que se cumplan las especificaciones.
- Permite tomar decisiones oportunas y con la participación de personal externo al sitio del proyecto.
- Pueden tomarse mejores decisiones ante los imprevistos que aparecen en las obras.
- Permite hacer los procedimientos más transparentes, creando confianza en el control de proyectos (costos, tiempos y calidad).
- Facilita la documentación: ayuda a conservar la experiencia de los proyectos.
- Tener todo por escrito, de forma organizada donde todos los participantes puedan acceder rápidamente.

-
- Disminuir la cantidad de papel que se genera en la toma de datos en obra.
 - Aprovechar la herramienta para controlar las actividades que se encuentren en la ruta crítica, equipos extraños o situaciones únicas.
 - Tener un mejor control en los insumos básicos (por ejemplo en el hierro y en el concreto) los cuales tienen mayor impacto en el costo y duración de un proyecto.
 - Un computador de mano con un modelo gráfico de lo que se quiere construir ayudaría a explicar mejor a los obreros, evitando confusiones.
 - Al realizar una combinación de un computador de mano con una cámara fotográfica, se puede tener una mejor documentación del avance de la obra, permitiendo aclarar situaciones entre los diferentes participantes y tener asesoría de expertos.

Al combinar la herramienta con una tarjeta de conexión a Internet:

- Se puede comunicar con la oficina en tiempo real e informarle al director del proyecto cualquier novedad.
- Se ahorra tiempo y dinero, ya no es necesario desplazarse o enviar documentos por el correo tradicional.
- Permite tener a la mano especificaciones de construcción.
- En la actualidad el Ministerio de Telecomunicaciones tiene proyectos para aumentar la cobertura de teléfonos e Internet a la totalidad del país lo cual facilitará el uso del computador de mano.
- En una obra que tenga en el campamento las instalaciones de oficina con computadores conectados a Internet, no se hace necesario la compra de tarjetas inalámbricas porque se puede descargar por cable la información al computador de la oficina y luego si enviarlo vía mail.
- El costo de Internet se justifica en un lugar apartado, remoto, donde el intercambio de información con la oficina central sea necesario.

8. DESVENTAJAS O LIMITANTES

- La manipulación del equipo debe hacerse con las manos limpias y con gran delicadeza. La vida útil del equipo va a ser menor en un trabajo de construcción que en otro oficio.
Hay un desgaste por las condiciones propias del medio, entre polvo, agua, varillas, barro y la vibración de algunos equipos.
- El uso del computador de mano no es recomendable en la etapa de pilotaje. Las condiciones del suelo no permiten caminar fácilmente. Se debe utilizar un estuche de seguridad con el que el aparato no se vaya a caer, como ha ocurrido con celulares, esferos, agendas y demás.
- Tamaño de la pantalla: A veces es necesario imprimir los archivos porque dado el pequeño tamaño de la pantalla se tienen problemas con los planos digitales o en el control de avance cuando el número de actividades es muy grande o en programas de obra extensos.
- Para tener acceso a Internet la limitante es si en el proyecto hay señal de operador de celular.
- Es necesario recargar la batería periódicamente. Se debe verificar que tenga batería por lo menos para el tiempo del recorrido. Si se descarga la batería no solo se pierde la información sino los programas almacenados en la memoria RAM.
- Seguridad, en el nivel socio económico de una obra es común encontrar que entre los mismos obreros se roben sus implementos, herramientas y elementos personales. Esto no es algo particular de las obras estudiadas sino en general en el medio de la construcción.
- Económico, comprar el computador de mano, con chaqueta de expansión y tarjeta de Internet tiene un costo aproximado de US \$728. Lo cual puede limitar su implementación en las empresas colombianas.
- Los limitados recursos para los proyectos, no invierten en tecnología nueva porque hasta el momento lo han hecho de una forma y les ha funcionado entonces no ven la necesidad de cambiar.

-
- Cultural: “Porque siempre lo hemos hecho así”, no lo tienen los jefes mucho menos irle a dar al subalterno un aparato de estos.
 - Nivel educacional de los maestros e inspectores de obra. Se tendría que entrenar o capacitar al personal para poder implementar la herramienta.
 - El temor al cambio justificado en la desconfianza a la tecnología y el susto a la obsolescencia.
 - Para algunas actividades se hace necesario el computador fijo, por ejemplo realizar los pedidos de material por Internet con un computador de mano es demasiado dispendioso.

Por ejemplo, se encontró que para el control de costos no es recomendable el uso del computador de mano por que es una actividad que necesita del proceso de mucha información, por eso se realiza es en la oficina.

- En las compañías de ingeniería se tiene el reto de tener un mejoramiento continuo porque sino la competencia los saca del mercado. Pero para tener un mejoramiento continuo es favorable si es rutinario, pero en construcción cada vez se tiene diferentes procesos y diferentes personas. Y las compañías se dedican a diferentes tipos de negocios tratando de diversificar y sobrevivir en el medio.

9. CONCLUSIONES

- Se analizó la utilidad de tener un computador de mano dentro de proyectos de construcción e ingeniería en general, investigando en proyectos en ejecución y entrevistando diversos profesionales.
 - El computador de mano es un apoyo a los proyectos de ingeniería y no busca remplazar el computador de oficina.
 - Se busca tomar información digitando tan sólo algunos números o marcando en listas de chequeo predefinidas.
 - Sistematizar los procesos es importante para agilizar los procesos que se llevan a cabo en campo.
 - En proyectos de construcción se realizaron las siguientes propuestas:
 - Toma de Datos
 - Avance de Obra
 - Control de Personal
 - Control de Maquinaria y Equipos
 - Almacén
 - Rendimientos
 - Ayuda Visual
 - Entrega de Obra
 - Agilizar Proceso de Pago a Contratistas
 - Manejo de Imprevistos
 - Agenda
 - Realización de Cálculos Rápidos
 - Grabación de Voz
 - Fotos
 - Comunicación y Coordinación (Internet)
- Dentro de proyectos de ingeniería en general:
- Dentro del Proceso de Definición de un Proyecto
 - Etapa de Excavación
 - Carteras Topográficas - Inspección de Pozos de Alcantarillado

- Consulta de Especificaciones
- Control del Sistema de Transporte
- Evaluación de Edificios

Se analizó cada uno de los casos anteriores y se dieron ejemplos que permiten ver lo que se está haciendo en el medio Colombiano.

- Se recopilaron diferentes listas de chequeo, las cuales podrían ser parte de una base de datos que permita utilizarse en otros proyectos.
- Se identificaron ventajas y limitaciones del equipo.
- Se realizó la cotización de la tarjeta inalámbrica y se presentó el análisis de las diferentes alternativas del servicio.
- El envío de la información por Internet no evita que el ingeniero vaya, se necesita de la presencia de éste igualmente.
- Por el momento se trabajó a nivel nacional para poderlo realizar con proyectos en el exterior, lo único que se debería hacer es comprar el servicio de conexión a Internet en el país del proyecto.
- El computador de mano ayuda a mantener registros del progreso del trabajo, eficiencia, producción y calidad.
- Se pueden tomar decisiones a tiempo, contando en el momento preciso con la información que se necesita.
- Tal como el ingeniero geotecnista, Carlos Romero, afirmó en una entrevista “El computador de mano es una herramienta excelente, formidable para ingeniería civil. Nos estamos demorando en implementarla”.
- El mundo en el que estamos las empresas deben adaptarse a los cambios y aprovechar los avances tecnológicos. Ya no es aceptable decir: “es que siempre lo hemos hecho así”, hay que estar continuamente actualizándose. La Ing. Yamile Jackson, ph.D. señala: “Ejecutivos exitosos reemplazan intuiciones y adivinanzas con análisis racional de opciones”¹⁵.

¹⁵ Administración de Riesgos en Proyectos Internacionales. Yamile Cendales de Jackson. Ringstones. Consulting International, Inc. Septiembre 2004.

10. RECOMENDACIONES

- Se han realizado los primeros análisis del uso de los computadores de mano en proyectos de construcción, los cuales se continuarán en los proyectos de Tesis del departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de los Andes.
- Se recomienda implementar la herramienta en cada una de las propuestas planteadas, buscando optimizar y mejorar el desarrollo de los proyectos.
- Adicionalmente ver la utilidad de combinar esta herramienta con otras aprovechando las investigaciones que se realizan en Tesis dentro de la Universidad de los Andes como es el caso de:
 - Optimización de Procesos Constructivos Fundamentada en Recolección de Datos y Simulación Digital. Luis Gabriel Jaramillo Salazar. 2003.
 - Documentación Time-Lapse y Seguimiento en Tiempo Real de Proyectos. Mauricio Pabón Gamboa. 2002.
 - Control Integrado de Obra en Tiempo Real con Toma Automática de Datos – Código de Barras. Alfredo Ricardo Beltran.1997.

En esta última se utilizó el código de barras como herramienta de apoyo junto con un sistema de bases de datos, para la toma de información que permita tener un control de costos y tiempos en tiempo real con el fin de ayudar a tomar decisiones correctivas a tiempo (Beltrán, 1997).

- Aprovechar los software desarrollados para el seguimiento de actividades, recursos y calidades en proyectos de ingeniería como es el caso de Punch List y Precision Palm Estimating. (Ardila, 2003).
También Primavera Project y Autocad tienen versiones ejecutables para PDA.
- Al combinar el computador de mano con una tarjeta de Internet y una cámara fotográfica se tendría un muy buen equipo para investigar en proyectos de ingeniería, vale la pena realizar un estudio con estas herramientas en campo.

- Se debe verificar la calidad en la transmisión y recepción de la información desde la obra a la oficina y viceversa utilizando ésta herramienta.
- El computador de mano en combinación con la tarjeta de Internet permite transmitir información en formato de texto, audio, fotos y videos.
- Se recomienda a las compañías cuando adquieran el equipo no solo lo vean como un costo directo para un proyecto específico sino vean el beneficio que les trae en general para todos los proyectos.
- Se debe tener un mejor control de los equipos, un inventario de los mismos y establecer unos responsables para que no se tema invertir en ellos por el temor de que se pierden.
- Se recomienda a las compañías de ingeniería estar en contacto con los avances tecnológicos y las ofertas que se tienen en el mercado.

EN LA IMPLEMENTACIÓN:

- Se puede implementar desde el inicio de la obra para que se adquiera la práctica cuando hay pocas actividades y materiales que controlar y así a medida que avanza la obra se tenga un mejor dominio de la herramienta.
- Es necesario realizar una etapa preliminar, donde se debe planear las necesidades y el flujo de la información de cada uno de los participantes del proyecto desde el cliente hasta el ingeniero de control de proyectos, el residente, el almacenista, los maestros y los obreros.
- Se recomienda utilizar personal calificado para el manejo del equipo por ejemplo ingenieros recién graduados. Los cuales cuentan no solo con el conocimiento sino que son un personal económico para las compañías.
- Es importante establecer el procedimiento en la oficina para poder dar soluciones en línea a los problemas que se planteen en campo.
- Establecer rutinas de mantenimiento del equipo, por ejemplo estar soplando las diferentes piezas para evitar tener problemas al transferir la información por cable.

- Se recomienda retirar la tarjeta de Internet de la chaqueta de expansión cuando ésta no se este utilizando, porque puede descargar completamente la batería generando la perdida de información.
- Colocar el computador de mano en posiciones laterales de la persona que lo lleva puede ser peligroso por los golpes y porque se puede enredar la persona con cualquier objeto de la obra, se recomienda que se utilice en la parte delantera del cuerpo, donde se puede tener un mejor control sobre el mismo.
- Es recomendable un estuche para cargarlo o un laso de seguridad para que dado el caso si se llega a caer el aparato quede suspendido y no le pase nada. Adicionalmente a que es necesario tener las manos libres para caminar en una obra.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Roe, Andrew. Handhelds Hold up Well for Variety of Site Uses, Engineering News-Record, Vol. 247, Issue 19. 2001.
- Ryan, James. Digital Helping Hand, This Old House, Vol. 7, Issue 3, 2002.
- Cook, Stephanie. Hard hat in one palm pilot in the other, Christian Science Monitor, Vol.92, Issue 89.
- Mendez, Javier. La Fiebre del Oro Inalámbrico". Enter. Edición No.58 2003.
- Manual de Bluetooth iPAQ Pocket PC de Compaq. Segunda Edición. Mayo 2002.
- Prevent Battery Drain When Using a Wireless PC Card. Compaq. Primera Edición. Junio 2001.
- Important Safety Information. Compaq. 2001.
- Vanegas, Jorge. A Process for Project Definition in A/E/C Projects. Georgia Institute of Technology. USA.
- Barrie and Paulson. Area Investigation Guidelines. Professional Construction Management. 1992.
- Cendales de Jackson, Yamile. Administración de Riesgos en Proyectos Internacionales. Ringstones. Consulting International, Inc. Septiembre 2004.
- Procedimiento para la Elaboración de Control de Programación. Edición 1. Revisión 2. PAYC. 2002.
- Users Manual: Mobile Postearthquake Building Safety Evaluation Data Acquisition System. Applied Technology Council. Version 1.0.
- Ardila Jaime. Apoyo al Trabajo de Campo en Proyectos de Construcción Mediante el Uso de Computadores de Mano. 2003.
- Jaramillo Salazar, Luis Gabriel. Optimización de Procesos Constructivos Fundamentada en Recolección de Datos y Simulación Digital. 2003.
- Pabón Gamboa, Mauricio. Documentación Time-Lapse y Seguimiento en Tiempo Real de Proyectos. 2002.
- Alarcón Martínez, Liliana. Mejoramiento Continuo de Procesos Constructivos.1998.

-
- Beltrán González, Alfredo Ricardo. Control Integrado de Obra en Tiempo Real con Toma Automática de Datos – Código de Barras.1997.
 - Escobar Vitola, Joaquín. Rediseño de los Procesos de Planeación y Control de Costos y Tiempos en Proyectos de Construcción. 1996.
 - Romero Infante, Natalia. Integración del Presupuesto y la Programación de Proyectos de Construcción enfocado hacia el Control de Costos. 1993.
 - Echeverry Diego, Apuntes de Clase, Curso de Programación y Presupuestos, Universidad de los Andes, Bogotá, 2003.
 - www.paycpayc.com (Última Visita: Septiembre 2004)
 - www.elretirobogota.com (Última Visita: Septiembre 2004)
 - www.laminadosandinos.com (Última Visita: Septiembre 2004)
 - www.santafe.com.co (Última Visita: Septiembre 2004)
 - www.cemex.com (Última Visita: Septiembre 2004)
 - www.pavco.com.co (Última Visita: Octubre 2004)
 - www.microsoft.com (Última Visita: Noviembre 2004)
 - <http://inalambrica.uniandes.edu.co/html/generalidades.html> (Última Visita: Noviembre 2004)
 - www.handango.com/PDAHistory.jsp?siteId=1 (Última Visita: Septiembre 2004)
 - <http://www.nextag.com/serv/main/buyer/> (Última Visita: Septiembre 2004)
 - http://www.dealtime.com/xPC-Compaq_iPAQ_Pocket_PC_H3970 (Última Visita: Diciembre 2004)
 - http://www.compudemano.com/gate.html?name=Shopping_Cart&file=category&c_op=view_cat&category_id=8 (Última Visita: Diciembre 2004)