

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

TEMA DE GRADO

TEMA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS
CONSTRUCTIVOS PARA OBRAS DE DRENAJE VIAL**

POR: CARLOS GUILLERMO DÁVILA ARREGUI

ISMAEL DAVID TORRES PÉREZ

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Fredi Paredes

REVISOR

Ing. Fabián Gamboa

REVISOR

Ing. Gustavo Yáñez

QUITO – 2010

DEDICATORIA

Yo, Carlos quiero dedicar el presente trabajo primeramente a DIOS por sobre todas las cosas, a mis padres por su inmenso e incondicional apoyo, que han hecho de mi la persona que soy, a mi familia y allegados por su amistad a lo largo de la carrera. Gracias a todos ellos.

Yo, Ismael quiero dedicar mi trabajo a DIOS a mis padres Juan y Angelita, a mis hermanos Juan José y Samantha, a mis abuelitas Rosita y Conchita que son las personas que mas quiero y con mucho esfuerzo y amor me han ayudado a formarme como persona y ser humano.

AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a cada uno de los profesores que nos han brindado sus conocimientos y han sido nuestros guías a lo largo de la carrera y en especial a nuestro Director de Tesis Ing. Fredi Paredes.

RESPONSABILIDAD

Las ideas, contenidos, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Carlos Guillermo Dávila Arregui.

Ismael David Torres Pérez.

ÍNDICE GENERAL

	Página
CERTIFICACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESPONSABILIDAD.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
INDICE DE CAPITULOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE RUTAS CRÍTICAS.....	xii
ÍNDICE DE DIAGRAMAS DE FLUJO.....	xiii

CAPITULO I.- DRENAJE VIAL

1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. DRENAJE VIAL.....	3
1.3. CAUSAS FUNDAMENTALES DEL DETERIORO VIAL.....	6
1.4. PROBLEMAS PRINCIPALES DEL DRENAJE VIAL.....	9
1.5. SUBDRENES.....	14
1.5.1. TIPOS Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	17
1.6. CUNETAS DE CORONACION.....	23
1.6.1. TIPOS Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	23
1.7. CUNETAS LATERALES.....	26
1.7.1. TIPOS Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	26
1.8. ALCANTARILLADO.....	30
1.8.1. TIPOS Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	31
1.9.IMPORTANCIA DE LA OPTIMIZACION DE PROCESOS EN OBRAS DE DRENAJE VIAL.....	37

CAPITULO II.- PROCESOS TRADICIONALES DE DRENAJE VIAL

2.1. DESCRIPCION DE PROCESOS TRADICIONALES DE CONSTRUCCION EN RUBROS DE DRENAJE VIAL.....	47
2.2. MEDICIÓN DE INDICADORES.....	58
2.3. MEDICION DE PRODUCTIVIDAD DE LOS RUBROS CON PROCESOS TRADICIONALES.....	157

CAPITULO III.- PROCESOS OPTIMIZADOS DEL DRENAJE VIAL

3.1. DESCRIPCION DE PROCESOS OPTIMIZADOS DE	201
---	-----

CONSTRUCCION EN RUBROS DE DRENAJE VIAL.....	
3.2. MEDICION DE INDICADORES.....	226
3.3. MEDICION DE PRODUCTIVIDAD DE LOS RUBROS CON PROCESOS OPTIMIZADOS.....	313

CAPITULO IV.- COMPARACION ENTRE METODO CONSTRUCTIVO TRADICIONAL Y METODO CONSTRUCTIVO OPTIMIZADO

4.1. COMPARACION DE PRODUCTIVIDAD.....	357
--	-----

CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	361
--	-----

CAPITULO VI.- BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía.....	370
-------------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Título de la Tabla	Página
1	Determinación de la ruta crítica para el proceso tradicional en Subdrén.....	49
2	Determinación de la ruta crítica para el proceso tradicional en alcantarilla.....	51

3	Determinación de la ruta crítica para el proceso tradicional en c. de coronación	54
4	Determinación de la ruta crítica para el proceso tradicional en c. lateral..... ...	56
5	Indicadores y parámetros de comparación para subdrenes.....	62
6	Significados de los códigos.....	63
7	Planillas propuestas para medición de indicadores para proceso tradicional (subdrenaje).....	64
8	Indicadores y parámetros de comparación para alcantarillas.....	79
9	Planillas propuestas para medición de indicadores para proceso tradicional (alcantarilla).....	81
10	Indicadores y parámetros de comparación para cunetas de coronación.....	116
11	Planillas propuestas para medición de indicadores para proceso tradicional (c. de coronación).....	117
12	Indicadores y parámetros de comparación para cunetas laterales.....	123
13	Planillas propuestas para medición de indicadores para proceso tradicional (c. laterales).....	125
14	Medición de productividad con procesos tradicionales (subdrén).....	158
15	Medición de productividad con procesos tradicionales (alcantarilla)...	165
16	Medición de productividad con procesos tradicionales (c. de coronación).....	182
17	Medición de productividad con procesos tradicionales (c. laterales)..	185
18	Estudio económico de mano de obra y materiales para subdrenes	201

	(proceso tradicional 100m.).....	
19	Número de trabajadores para el proceso tradicional y optimizado (subdrenes).....	202
20	Estudio económico de mano de obra y materiales para subdrén (proceso optimizado geodren con tubo 100 m.).....	203
21	Estudio económico de mano de obra y materiales para subdrén (proceso optimizado geodren tradicional con geotextil NT1600 100m.).....	204
22	Determinación de la ruta crítica para el proceso optimizado en Subdrén.....	207
23	Estudio económico de mano de obra y materiales para alcantarilla (proceso tradicional 12 m. ancho de vía).....	208
24	Número de trabajadores para el proceso tradicional y optimizado (alcantarilla).....	209
25	Estudio económico de mano de obra y materiales para alcantarilla (proceso optimizado 12 m. ancho de vía).....	210
26	Determinación de la ruta crítica para el proceso optimizado en alcantarilla.....	213
27	Estudio económico de mano de obra y materiales para cuneta de coronación (proceso tradicional 28m. de cuneta).....	215
28	Estudio económico de mano de obra y materiales para cunetas de coronación (proceso optimizado 28m. de cuneta).....	216
29	Determinación de la ruta crítica para el proceso optimizado en cunetas de coronación.....	218
30	Estudio económico de mano de obra y materiales para cunetas laterales (proceso tradicional 150 m. de cuneta lateral).....	219
31	Número de trabajadores para el proceso tradicional y optimizado (cunetas laterales).....	220

32	Estudio económico de mano de obra y materiales para cunetas laterales (proceso optimizado 150 m. de cuneta lateral).....	221
33	Determinación de la ruta crítica para el proceso optimizado en cunetas laterales.....	224
34	Planillas propuestas para medición de indicadores para proceso optimizado (subdrenaje).....	227
35	Planillas propuestas para medición de indicadores para proceso optimizado (alcantarilla).....	241
36	Planillas propuestas para medición de indicadores para proceso optimizado (cunetas de coronación).....	275
37	Planillas propuestas para medición de indicadores para proceso optimizado (cunetas laterales).....	281
38	Medición de productividad con procesos optimizados (subdrén).....	314
39	Medición de productividad con procesos optimizados (alcantarilla)...	321
40	Medición de productividad con procesos optimizados (cunetas de coronación).....	338
41	Medición de productividad con procesos optimizados (cunetas laterales).....	341
42	Comparación de productividad entre el método tradicional y el método optimizado.....	359

ÍNDICE DE RUTAS CRÍTICAS

Ruta	Título	Página
1	Ruta crítica con proceso tradicional para subdrenes.....	49
2	Ruta crítica con proceso tradicional para alcantarilla.....	10
3	Ruta crítica con proceso tradicional para cunetas de coronación.....	54
4	Ruta crítica con proceso tradicional para cunetas laterales.....	57
5	Ruta crítica con proceso optimizado para subdrenes.....	207
6	Ruta crítica con proceso optimizado para alcantarillas.....	214
7	Ruta crítica con proceso optimizado para cunetas de coronación.....	218
8	Ruta crítica con proceso optimizado para cunetas laterales.....	225

ÍNDICE DE DIAGRAMAS DE FLUJO

Diagrama	Título	Página
1	Diagrama de flujo con proceso tradicional para subdrenes.....	48
2	Diagrama de flujo con proceso tradicional para alcantarillas.....	50
3	Diagrama de flujo con proceso tradicional para cunetas de coronación.....	53
4	Diagrama de flujo con proceso tradicional para cunetas laterales...	55
5	Diagrama de flujo con proceso optimizado para subdrenes.....	206
6	Diagrama de flujo con proceso optimizado para alcantarillas.....	212
7	Diagrama de flujo con proceso optimizado para cunetas de coronación.....	217
8	Diagrama de flujo con proceso optimizado para cunetas laterales..	223

CAPITULO 1:

DRENAJE VIAL

1.1 Introducción

El drenaje constituye un factor decisivo y de enorme trascendencia en la estabilidad y conservación de los elementos de una carretera.

Desde la construcción de los caminos en épocas antiguas se ha sabido que la presencia del agua, es el peor enemigo en los pavimentos de larga duración. Los antiguos Romanos quienes iniciaron la construcción de 50.000 millas de las vías del Imperio Romano en el año 312 A.C. sabían de los efectos dañinos del agua, por lo que hicieron su construcción sobre los niveles en donde el terreno no se veía afectado. Un progreso básico fue realizado en los 20 siglos después de la construcción de las vías del Imperio Romano, hasta Tresaguet, Metcalf, Telford y Mc Adam. En la primera mitad del siglo XIX introdujeron importantes mejoramientos en el entonces imperio reinante en los métodos de construcción de vías; uno de los principios que ellos “redescubrieron” fue la necesidad de mantener las vías con un sistema de drenaje adecuado¹.

Uno de los más importantes aspectos para la localización y diseño de una vía, es la capacidad de proveerla de un adecuado drenaje. Un drenaje adecuado y económico es necesario para proteger la inversión hecha en la estructura misma de la vía y para salvaguardar la vida de las personas que la usan. El agua merece un estudio muy

¹ Dpto. Ingeniería de Proyectos. PAVCO S.A. División Geosistemas. IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE SUBDRENAJE EN LOS PAVIMENTOS DELARGA VIDA (PLV).2005

serio y profundo, su acción, si no es controlada tiene efectos fatales en las carreteras, debido a que la carretera altera los cauces o drenajes naturales del sector.

El drenaje de vías, generalmente puede ser definido como los procesos de control y transporte del exceso de agua superficial y del agua subterránea localizada dentro de los límites de la vía y sus terrenos adyacentes.

En una vía se debe considerar el agua de:

1. Uso doméstico
2. Uso industrial
3. Precipitaciones
4. Subterránea, producto de la filtración de las precipitaciones, de flujos subterráneos o de la existencia de supresiones o materiales que acumulan agua en su interior.

1.2 Drenaje Vial

Las estructuras de drenaje tienen como objetivo controlar el agua que llega a la vía y la afectan por escurrimiento superficial, independientemente que las aguas hayan caído sobre o fuera de la vía.

Las medidas tomadas para controlar el flujo de agua superficial son generalmente llamadas drenaje superficial y aquellas destinadas al control del agua subterránea se conocen como subdrenajes.

Las obras de drenaje superficial más comunes son:

- **El Bombeo²**. Se entiende por bombeo a la pendiente transversal que se da en las carreteras y en las aeropistas para permitir que el agua que cae directamente sobre ellas escurra hacia sus dos hombros. En una vía de dos carriles de circulación y en secciones en tangente el bombeo debe tener un 2% de pendiente desde el eje del camino hasta el hombro correspondiente, en las secciones en curva la pendiente transversal ocurre sin discontinuidad, desde el hombro más elevado al más bajo. En las carreteras con pavimento rígido el bombeo puede ser un poco menor, del orden de 1.5 %.
En las aeropistas se dispone también el bombeo desde el eje hacia los hombros, con pendiente de 1.5% generalmente.
- **Los Bordillos²**. Los bordillos son estructuras que se colocan en el borde exterior del acotamiento en las secciones en tangente, en el borde opuesto al corte en las secciones en la parte interior de las secciones de terraplén en

² Montejo Fonseca, Alfonso. Ingeniería de pavimentos para carreteras. Bogotá, 2º edición.

curva. Son pequeños bordos que forman una barrera para conducir el agua hacia los lavaderos o bajantes, evitando erosiones en los taludes y saturación de estos por el agua que cae sobre la corona de la vía.

- **Los lavaderos²**. Los lavaderos son canales que se conectan con los bordillos y bajan transversalmente por los taludes, con el objeto de conducir el agua lluvia que escurre por los acotamientos hasta lugares alejados de los terraplenes, en donde ya sea inofensiva.
- **Las cunetas²**. Las cunetas son canales que se adosan a los lados de la corona de la vía y paralelamente al eje longitudinal de la misma. El objetivo de esta estructura es la de recibir el agua superficial proveniente del talud y de la superficie de rodamiento.
- **La vegetación²**. La más efectiva protección de los taludes de un corte o un terraplén contra la acción erosiva del agua superficial es la plantación de especies vegetales; estas retardan el escurrimiento, disminuyendo la energía del agua contribuyendo de paso al equilibrio de la humedad de los suelos que conforman los taludes del corte a terraplén.
- **Cunetas de coronación**. Son zanjas excavadas en el terreno natural, que se localizan en la parte superior de los taludes de los cortes, con la finalidad de interceptar el agua superficial que escurre ladera abajo desde mayores alturas, para evitar la erosión del talud y el congestionamiento de las cunetas y la corona de la carretera por el agua y su material de arrastre.
- **Las Alcantarillas²**. Este tipo de estructura es la responsable del drenaje transversal; es decir del paso del agua a través de la obra, en una dirección más o menos perpendicular a ella.

Los estudios de las subrasantes han confirmado el hecho de que el exceso de humedad es, en la mayor parte de los casos, la causa de la falla de la cimentación y de la destrucción de la superficie de una carretera.

El drenaje subterráneo en las carreteras, permite reducir los efectos desfavorables del agua interna sobre la estabilidad de las calzadas y de las explanaciones.

El agua llega a la subrasante por filtración del agua de escurrimiento, de aquella proveniente de vertientes por la acción del manto freático, por capilaridad, etc. Además, pueden aparecer, en los taludes o en la banca, fuentes de aguas aisladas o repartidas que, no solamente dificultan la realización de las obras nuevas, sino que también comprometen la estabilidad de las carreteras posteriormente a su construcción.

El agua de lluvias no se evacúa totalmente por los dispositivos de drenaje superficial, parte se infiltra a través de los taludes, de las bermas u ocasionalmente del pavimento.

Un drenaje interno en las carreteras debe facilitar la ejecución de las explanaciones durante la fase de construcción de la carretera, aumentar la capacidad portante de la subrasante y reducir así el espesor del pavimento.

Las obras de subdrenaje, contribuyen en la estabilidad de los taludes mediante la orientación más favorable de los flujos de agua interna, la reducción de las presiones intersticiales y en consecuencia el mejoramiento de las propiedades geotécnicas.

1.3 Causas fundamentales del deterioro vial

Las estructuras como puentes y vías pueden deteriorarse por el escurrimiento natural de una corriente, por los vehículos que los utilizan o por otras causas naturales, tales como sismos, aluviones, corrosión, pudrición, etc.

Los escurrimientos naturales habituales y, con mayor razón, las grandes crecidas y aluviones, son los que más comúnmente producen daños a vías, puentes y estructuras.

Como gran parte del país se caracteriza por la existencia de ríos con escurrimientos del tipo torrente, es habitual que ocurran socavaciones en torno a las fundaciones, erosiones de los taludes de los terraplenes de acceso y otras fallas similares. La socavación de las fundaciones muchas veces se traduce en asentamientos que generan grietas y fisuras en la estructura.

Los daños más comunes provocados por el tránsito de vehículos son los impactos a las barandas y parapetos en puentes, y los que producen en vigas y losas, las cargas de altura superior a la permitida, en el caso de los pasos superiores. La circulación de vehículos propiamente tal, deteriora el pavimento de la estructura esta provoca desgastes, ahuellamientos, fisuras, alabeos, asentamientos y otros, incluyendo la falta de un subdrenaje adecuado en varias vías, por lo cual se llegan a deteriorar más rápidamente que si estuviera drenada, creando en los suelos y vías debido al exceso de agua:

- Un incremento de las presiones de poros, se disminuyen los esfuerzos efectivos.
- Presiones hidrostáticas, subpresiones de flujo.

- Disminución del módulo de resiliencia.
- Cambia los mecanismos de transmisión de carga.

Los puntos acotados anteriormente, no llegan a proporcionar al usuario, el nivel de servicio planteado desde un inicio en el diseño. También, se dañan las juntas de expansión, se sueltan los refuerzos, se obstruyen las juntas y muros, etc.

En caminos no pavimentados, el tránsito normalmente arrastra material de la carpeta hacia la calzada de la estructura, lo que acelera el desgaste del pavimento, obstruye los desagües y las juntas de expansión, y cubre con suelos las mesas de apoyo de la superestructura.

Los sismos de magnitud importante son otros de los agentes que provocan daños de consideración en las vías y puentes; inducen grietas y asentamientos en la infraestructura y, en algunos casos, el colapso parcial o total de la estructura.

El medio ambiente, es decir, las variaciones térmicas, la humedad del aire, las precipitaciones, los ambientes marinos, etc., provocan deterioros importantes en las obras estructuradas con elementos metálicos y/o madera. La corrosión de vigas, barandas y arriostamientos metálicos, así como la pudrición de las maderas, obligan a efectuar periódicamente el mantenimiento de estos elementos. De igual modo, los hormigones agrietados o con fisuras sufren la corrosión de las armaduras; por este mismo proceso se desprenden trozos del hormigón de recubrimiento quedando las armaduras de acero a la vista, con lo que se acentúa el proceso corrosivo.

Los efectos señalados son especialmente notorios en los puentes y vías más antiguas, ya que carecen de un sistema de drenaje adecuado, muchos de los cuales

tiene 35, 40 o más años de servicio, en su mayoría obsoletos, pues no cubren los requerimientos básicos de seguridad y capacidad portante para las actuales cargas de diseño.

Esta es una de las principales causas por las que se tienen que realizar prematuramente intervenciones en las estructuras viales, situación que genera sobrecostos teniendo en cuenta, que la proyección de vida útil de las estructuras de pavimento rígido se proyecta para 20 años; al realizar una programación de intervención, por ejemplo, dentro de las entidades estatales; lo que proporciona como resultado que dichas entidades necesiten utilizar recursos que se tenían destinados para unas obras, en la reconstrucción de otras que según los diseños no necesitaban intervención en esos tiempos.

Si se contemplara la construcción de subdrenajes desde el diseño evitando que se genere deterioro prematuro de las estructuras de pavimento se podrían llegar a obtener realmente periodos de vida útil de las vías entre los 20 y los 50 años como se plantea desde un comienzo en los diseños para estructuras con concreto hidráulico.

1.4 Problemas principales en drenaje vial

Los problemas de drenaje se han multiplicado y vuelto más persistentes en muchas partes del país, sobre todo en las zonas bajas; es decir, en las provincias de la costa en años recientes, como consecuencia de un aumento sustancial y sostenido de los niveles de agua subterránea, acuíferos, hasta encontrarse ahora muy cerca de la superficie del terreno en muchas localidades.

El aumento de los niveles de agua subterránea ha sido ocasionado por la eliminación progresiva de pozos locales de la red urbana de abastecimiento de agua.

La elevación del agua subterránea ha causado inundación de sótanos, aumento de la humedad en viviendas, funcionamiento inadecuado de sistemas de saneamiento *in situ*, sobrecarga y desbordamiento de alcantarillas, y trastornos a la infraestructura urbana y vial. Las dificultades sociales, los riesgos a la salud y el costo económico relacionado en las provincias afectadas (principalmente los suburbios donde la población excede) van en aumento, pero las acciones para mitigar el problema, aunque a veces bien intencionadas, han sido poco sistemáticas.

Se puede ver cada vez que caen lluvias, nuestras calles convertidas en lagunas, principalmente en zonas bajas, donde no existen drenajes ó los existentes son "deficientes" o no "funcionan" por falta de mantenimientos adecuados, y periódicos, por parte de las autoridades lo mismo sucede en "zonas bajas" de algunas carreteras y caminos.

El serio problema de drenaje de agua subterránea en las zonas urbanas del país, donde se tienen la mayor parte de caminos vecinales es el resultado de una combinación de factores como:

- Las fugas hacia el subsuelo de las redes que conducen grandes volúmenes de agua importados y las aportaciones del saneamiento *in situ*.
- Una cobertura insuficiente de las redes de alcantarillado y del sistema de drenaje de aguas de lluvia, que hace que la mayor parte de las aguas residuales y excedentes sean descargadas en el suelo.
- La reducción progresiva del bombeo de agua subterránea, que incidentalmente proporcionó buen ‘subdrenaje’ en el área urbana.
- El aumento de la precipitación anual en los últimos años.

Para el tratamiento de los problemas en drenaje vial existen varios factores que inciden y hay que considerar puntos básicos como la hidrología, estimando los caudales máximos de escurrimiento que se deben drenar; el diseño hidráulico, en la selección de los tipos y tamaños de las estructuras de drenaje para servir los escurrimientos estimados, sin que ocurran problemas de socavación y embalsamiento.

La importancia del estudio hidrológico y el diseño hidráulico son parte fundamental de los proyectos viales y exigen del ingeniero un cuidadoso análisis que, desafortunadamente, se obvia en muchos de nuestros pavimentos con resultados desastrosos para la red vial.

Si bien generalmente en el país calles y carreteras cuentan con obras de drenaje superficial y algunas están equipadas con obras de drenaje subterráneo, casi nunca están en capacidad de captar, conducir y entregar eficazmente el agua que reciben. Con un agravante: debido a la ausencia de programas de mantenimiento rutinario, muchas de estas obras presentan taponamiento parcial o total.

Prueba de las deficiencias hidráulicas de las vías en el país la constituyen los derrumbes, desestabilizaciones y pérdidas o erosiones severas de las bancadas que ocurren durante las temporadas lluviosas. Al diseñar una carretera, camino ó calle, aparte de hacer los estudios hidrológicos, geológicos y diseño hidráulico, es necesario diseñar un sistema de drenaje funcional, económico y seguro; con esto se evita el deterioro progresivo: De las capas de rodaduras (caliche, cascajo, asfaltos, losas de hormigón armado, etc.) base del pavimento, sub-base y subrasante, para así prolongar la vida útil (20 años mínimo), de éstas obras. En nuestro país vemos como se destruyen nuestras vías públicas por efecto de un mal drenaje, tomando en cuenta el drenaje pluvial también, antes de cumplir sus periodos de vida útiles (20 años).

Por otra parte, el agua infiltrada y depositada bajo los pavimentos y en las capas estructurales es un enemigo que, tal vez por permanecer aparentemente oculto y surgir sólo después de producir daños, no ha sido suficientemente estudiado, cuantificado y derrotado.

Los ingenieros dedicados a mantenimiento vial saben que durante las temporadas lluviosas se presenta una aceleración notable y a veces dramática de las tasas de deterioro en los pavimentos. Sin embargo, este hecho casi nunca se traduce en obras y medidas que protejan de manera efectiva nuestros pavimentos contra los efectos

nocivos del agua infiltrada y depositada en su estructura, hecho que resulta desafortunado y muy costoso.

El deterioro acelerado que genera el agua atrapada bajo los pavimentos es consecuencia de las elevaciones pulsantes de la presión de poros y de los desplazamientos súbitos del agua libre que se producen ante cada impacto del tránsito pesado.

“ Para comprender cómo el agua disminuye la vida de servicio de los pavimentos, resulta indispensable conocer la naturaleza del suelo y por ende de los materiales usados en la construcción de pavimentos compuestos por partículas minerales que se tocan entre sí sólo en algunos puntos denominados contactos y que presentan vacíos que pueden estar ocupados por aire o por agua”³.

El diseño conceptual de los pavimentos llevado a cabo por diferentes organismos, empresas, etc., está basado en aumentar la densidad y la estabilidad de los materiales, al tiempo que se reduce su porosidad y por lo tanto su capacidad de drenaje.

Se cree erróneamente que es innecesario diseñar y construir adecuados sistemas de drenaje porque en los cálculos se asume la resistencia de la subrasante y de las capas estructurales bajo condiciones saturadas.

Pero dicha precaución es insuficiente porque el deterioro acelerado los pavimentos se origina en los efectos dinámicos de los impactos del tránsito sobre el agua libre

³ Alfredo Malagón B. DRENAJE Y DURABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS. Pág. 5.

que, debido a la ausencia de adecuados sistemas de drenaje, queda atrapada en las secciones estructurales.

Las excesivas deformaciones del suelo de subrasante bajo pavimentos flexibles – conducen a la falla de la carpeta y se reflejan en forma de hundimientos y agrietamientos que aceleran el deterioro de las carpetas, estimulan la infiltración del agua lluvia y generan un ciclo degenerativo del pavimento que reduce en forma dramática su durabilidad.

El efectivo drenaje interno de los pavimentos es un método que ha sido empleado con gran éxito y economía desde hace más de dos mil años, porque elimina la causa de los daños (el agua atrapada) y por simple sustracción de materia, impide que se desarrollen sus nocivos mecanismos de deterioro acelerado de los pavimentos.

1.5 Subdrenes

Parte del agua atmosférica que se precipita sobre la tierra se infiltra a través de las capas superficiales del terreno, para formar parte de la provisión subterránea de agua, ya sea estancada o corriente.

Es conocido que la resistencia de los suelos disminuye gradualmente por causa de un exceso de humedad. En los caminos, el exceso de agua subterránea origina baches, lodazales, grietas, ondulaciones del pavimento, deslaves, desprendimientos de tierras y otros trastornos.

El subdrenaje tiene por objeto liberar y dar salida a las presiones de agua subterránea para evitar que estas salgan a la superficie.

Cuando la subrasante del camino está sobre una capa de arena y grava, cuya inclinación le permita dar fácil salida al agua de infiltración, no es necesario hacer obras especiales de subdrenaje. En cambio, si la subrasante está sobre un suelo arcilloso, es muy probable que se requiera alguna obra especial; por cuanto estos suelos absorben mucha agua y se contraen al secarse, produciendo deformaciones en el camino.

Los métodos de drenaje más comunes son:

1. Zanjas abiertas
2. Drenes ciegos
3. Drenes en tubo

“Las zanjas se han usado frecuentemente para hacer el subdrenaje de los caminos en zonas bajas y planas, aunque su empleo natural es para drenaje superficial. Para que sean efectivas como subdrenes, las zanjas deben ser lo suficientemente profundas para llegar más abajo de la máxima altura deseable del nivel freático. Con el fin de reducir el peligro a los vehículos, hay que alejarlas suficientemente de los caminos, y hacerlas bastante profundas para que presten un buen trabajo; en general este método da buenos resultados durante un corto tiempo, siempre y cuando la zanja tenga una pendiente uniforme y disponga de un punto de descarga conveniente. El problema principal de este tipo de drenaje radica en las obstrucciones que sufren las zanjas por derrumbes de paredes y por crecimiento de plantas. Además es casi imposible localizar estas zanjas de forma que no hagan también el papel de dren superficial, por lo cual deben considerarse las dos posibilidades.

Se conocen como "drenes ciegos" a aquellas zanjas rellenas de piedra triturada o grava. Para ser efectivos, estos drenes ciegos deben tener una pendiente uniforme, y se deben descargar hacia una salida adecuada. Además, debe tenerse cuidado al graduar el material con que se llena la zanja. La piedra o grava que se usa para rellenar las zanjas, de preferencia debe ser de tamaño uniforme, para que el porcentaje de vacíos sea elevado. Si los drenes ciegos se colocan debajo de las cunetas laterales, el relleno de piedra o grava debe graduarse más fino en los 5 a 25 cm más cercanos a la superficie hasta terminar en los últimos 6 a 8 cm con arena, sobre la cual el suelo natural y el lodo, tenderán a formar una cubierta y a retardar así la obstrucción de las piedras inferiores. Esta graduación de material es necesaria si la zanja se localiza bajo una zona revestida.

Los drenes de tubo, que actualmente son los más usados, se componen de una zanja, en cuyo fondo van colocados tubos circulares de barro, concreto, lámina metálica corrugado y plástico. La zanja es llenada de material granular. En general, los drenes con tubo son muy superiores a las zanjas abiertas o a los drenes ciegos. El espesor del relleno de grava o piedra colocado arriba y alrededor del tubo varía de acuerdo con las condiciones del suelo y el nivel freático. La localización de estos drenes se la hace generalmente debajo de una de las cunetas laterales o a lo largo del eje de la vía; esta última no es muy conveniente, por cuanto en caso de daño las reparaciones son difíciles y además causan problemas en la circulación. Los tubos utilizados en este drenaje tienen perforaciones para permitir la entrada del agua en toda su longitud. Es más conveniente colocar los tubos con las perforaciones hacia abajo para evitar la entrada de sólidos y para que el nivel freático descienda más. La desembocadura de los tubos debe hacerse de modo que hayan reducidas posibilidades de que se atasque; esto se consigue con una salida suficientemente alta sobre su alrededor o prolongando el tubo hacia afuera del terraplén.

Cuando el subdrén está localizado bajo una cuneta sin revestir es importante que sea recubierto con un material impermeable tal como la arcilla, para de esta forma evitar que se tapone el subdrén”⁴.

⁴ Pontificia Universidad Católica del Ecuador. MODULO 2, SUELOS SUBRASANTES Y DRENAJES. Pág. 47

1.5.1 Tipos y procesos constructivos.

Existen dos tipos de subdrenajes:

- **Sistemas convencionales de drenaje o subdrén francés.**

Son zanjas poco profundas, rellenas de material granular cuyo propósito es recolectar las aguas de escorrentía. El principal efecto es reducir los problemas de erosión y eventualmente, prevenir movimientos muy superficiales del terreno. Los drenes franceses tienen muy poco efecto con relación con la estabilidad de los deslizamientos profundos.

El diseño de los drenes franceses se basa por lo general, en el criterio del ingeniero. Un diseño común consiste en zanjas espaciadas cada 15 o 30 metros, usualmente, en forma de Espina de Pescado. La profundidad de los drenes franceses normalmente varía de 30 a 50 cm y el ancho de 60 cm a un metro.

Como relleno, generalmente se utilizan bloques de piedra triturada o material aluvial grueso limpio. En el fondo del dren francés se coloca comúnmente, un geotextil o una geomembrana no tejida. La colocación de la geomembrana evita la infiltración del agua recolectada.

La parte superior del dren francés, frecuentemente se deja expuesto o se coloca un geotextil con poros muy abiertos. El principal problema de los drenes franceses es la colmatación con limos, arenas y arcillas. Adicionalmente, se pueden presentar dificultades por la baja capacidad hidráulica de este sistema de drenaje. Cuando los drenes franceses se colmatan hay que reemplazarlos totalmente.

- **Sistema de Subdrenaje con Geosintéticos – Geodrén.**

Es un geocompuesto conformado por geotextiles no tejidos, una geo – red y una tubería circular perforada de drenaje.

El geodren con tubería ha sido desarrollado bajo los mismos principios y para las mismas aplicaciones del Dren Francés, con el fin de agilizar y facilitar la construcción, mejorando la eficiencia hidráulica de los sistemas de drenaje.

“Este sistema tiene ciertas características como:

- Sistema integral de captación, conducción y evacuación de fluidos.
- Alta resistencia a la compresión
- Alta transmisibilidad
- Sistema flexible, modular y con accesorios de ensamble mecánico
- Pantalla drenante para instalación en zanjas de 20 cm. de ancho
- Geotextil unido térmicamente a la Geored.
- Sus componentes son fabricados industrialmente (ISO 9000) con materiales sintéticos: Geotextiles no tejidos (polipropileno), Geored (HDPE) y tubería de drenaje (PVC).”⁵

El sistema de Geodren con tubería tiene varias ventajas, las que permiten una construcción de un sistema de drenaje en vías sin causar grandes traumatismos debido a:

- No requiere mano de obra, ni equipos especializados.
- Alta resistencia a la degradación química y biológica.

⁵ PIVALTEC S.A. GEO AVANCES SYNTHETICS. Volumen 1. N°4, pág. 20

- Se adapta a la geometría de la obra.
- Fácil manipulación e instalación del sistema.
- Menor impacto ambiental al reducir la explotación de materiales pétreos no renovables.
- Minimiza el daño del pavimento existente.
- Reutilización del material excavado de base o sub-base en el relleno de la zanja.
- Reduce los volúmenes de excavación, transporte y disposición de materiales. Así mismo, disminuye la explotación de materiales granulares no renovables, protegiendo el medio ambiente.
- Permite una instalación mecanizada de alto rendimiento.
- Garantiza una estructura vial con un adecuado sistema de drenaje, evitando el envejecimiento prematuro de los pavimentos, derivado de los factores de severidad de carga.
- Certifica la homogeneidad de los parámetros de diseño, debido a que el geocompuesto se fabrica bajo los estándares de calidad y procesos controlados.
- Facilita construcciones de sistemas de drenaje en suelos saturados que no presentan estabilidad durante la excavación.
- Representa la alternativa ideal para obras de difícil acceso o distantes de las fuentes de material.
- Se convierte en el sistema con mayor vida útil porque se le puede hacer mantenimiento.

La utilización del geodren es una excelente alternativa para el manejo de los fluidos, porque permite captarlos y conducirlos de una manera rápida y eficiente,

disminuyendo notablemente el tiempo de construcción de los subdrenes y los costos frente a las alternativas tradicionales.

El geodren también se utiliza como un sistema de drenaje para muros de contención, rellenos sanitarios, campos deportivos terraplenes, etc.

Para el proceso de instalación de este sistema, primero se prepara el terreno para su reparación, el geodren con tubería debe instalarse dentro de una zanja o trinchera angosta, excavada a la profundidad y con la pendiente que señale el diseñador. El ancho mínimo de la zanja es de 25 cm. y el máximo dependerá del sistema constructivo empleado en la obra.

Alternativamente, se pueden especificar anchos mayores que permitan el uso de equipos tradicionales de excavación o mano de obra.

Si se usa zanjadora mecánica, esta debe estar equipada con el sistema de corte adecuado al terreno. Existen equipos de corte para suelo blando, para suelo duro o rocoso y para roca o concreto.

El equipo de corte para roca o concreto tiene limitaciones de profundidad, motivo por el cual el diseñador, en lo posible, no debe superar la profundidad de 1m.

El ensamblaje del sistema se debe hacer por fuera de la trinchera. Para introducir la tubería dentro del sistema es necesario colocar un extremo de la tubería al inicio de la manga y amarrarlo a un cordón plástico que viene en su interior. En el extremo opuesto del sistema se hala el cordón para introducir de esta forma la tubería perforada de drenaje. Se ensambla la tubería uniendo cada panel del

geocompuesto y se traslapa o se cose el geotextil para evitar la intrusión de material entre las uniones de los paneles.

Una vez ensamblados todos los paneles, se procede a la instalación del geodren con tubería dentro de la trinchera. Los accesorios utilizados para el ensamblaje del sistema corresponden a los comúnmente empleados en la tubería de PVC tales como las uniones, las sillas laterales, las descargas frontales con rejilla y los tapones, correspondientes a los diámetros de tubería especificados.

Para la instalación del geodren, antes de instalar el sistema se debe excavar la trinchera, con la pendiente y profundidad indicada en los planos de diseño. El geodren con tubería se debe instalar en contra – pendiente para asegurar en tiempo de invierno, la fácil evacuación del agua a los sitios finales de disposición. Se recomienda colocar el geodren en contacto directo con las capas granulares de la estructura de la vía.

El geodren se debe anclar al terreno natural para que no se vaya a deslizar. Se recomienda asegurar el sistema en la parte superior con ganchos metálicos. En los casos en que se deba anclar en las paredes de la trinchera, se deben usar alambres para sostenerlo desde la parte superior. No se debe anclar el sistema con estacas.

El geodren no debe quedar expuesto, sin cobertura, por un periodo mayor a 3 días. Se recomienda cubrirlo inmediatamente después de su colocación para evitar así el taponamiento del geotextil.

Para el relleno y compactación se puede utilizar con material de relleno el mismo suelo de la excavación, siempre y cuando se deje acomodarse o compactarse fácilmente. Lo importante es que al colocar el material no se presenten vacíos que deformen los materiales que se colocan sobre la excavación.

Para efectos del buen funcionamiento del sistema de drenaje, se debe tener en cuenta la permeabilidad del material de relleno, pues de esto depende la velocidad de respuesta del sistema.

Completado el relleno, la zanja se cubre con el suelo proveniente de la excavación, colocando y compactando en capas sucesivas hasta la altura requerida.

El sistema de drenaje debe contar con salidas o entregas ubicadas a distancias adecuadas, para evitar la excesiva acumulación de agua dentro del núcleo central del drenaje. En la salida debe existir una estructura de entrega que disipe la energía del agua.

El control de las tareas de los subdrenes, consistirá en el replanteo de los mismos, la verificación y ejecución de las perforaciones y el control de la colocación de las tuberías agujereadas mediante el uso de un sistema adecuado, como así también la necesidad de introducir obras complementarias cuando hubiere lugar a ello.

1.6 Cunetas de Coronación

Para evitar la erosión de los taludes de corte, y para evitar que a las cunetas laterales llegue más agua que aquella para la cual fueron proyectadas, se construyen en el inicio de los cortes, vale decir en la parte superior, zanjas recubiertas de materiales suficientemente resistentes que se conocen como cunetas de coronación.

Son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas lluvias y evitar su paso por el talud. La cuneta de la coronación no debe construirse muy cerca del borde superior del talud para evitar que se convierta en activadora de un deslizamiento en cortes recientes; o en una nueva superficie de falla (movimiento regresivo) en deslizamientos activos; o se produzca la falla de la corona del talud o escarpe.

1.6.1 Tipos y procesos constructivos.

Existen tres tipos de cunetas de coronación:

- **Triangular**

Es el tipo de cuneta que tiene más uso por su facilidad de construcción y con la facilidad con que son mantenidas.

- **Trapezoidal**

Es usada cuando se requiere gran capacidad o cuando la cuneta se debe proteger contra la erosión.

- **Rectangular**

Son de poco uso, especialmente se pueden usar en terrenos rocosos para que sus paredes se puedan mantener verticales.

Se construyen en la parte superior de los taludes de los cortes y su área necesaria se calcula basándose en el área a drenar, la precipitación pluvial, etc.

Desde el punto superior de partida, la cuneta deberá tener una pendiente uniforme, más o menos, hasta el lugar de desfogue; se debe cuidar de que la pendiente no pase de cierto valor máximo limitado por la velocidad de socavación en el material de que se trata.

El agua que llega a estas cunetas se descarga hacia abajo del talud mediante acequias longitudinales cubiertas de piedra, concreto o de algún otro material, o en su defecto se la distribuye en los terrenos adyacentes. Debe tener un mantenimiento constante para que cumpla su función y su taponamiento no se convierta en elemento causante de deslaves (deben ser siempre revestidas). Se recomienda que las cunetas de coronación sean totalmente impermeabilizadas. Sin embargo, a pesar de lograrse originalmente una impermeabilización, con el tiempo se producen movimientos en el terreno, los cuales causan grietas en el impermeabilizante y por lo tanto, producen infiltraciones.

Se sugiere que al menos cada dos años, se deben reparar las cunetas de coronación para impermeabilizar las fisuras y las grietas que se presenten.

Las dimensiones y la ubicación de la zanja pueden variar de acuerdo con la topografía de la zona y el cálculo previo de los caudales colectados. Generalmente,

para las áreas pequeñas de drenaje, se recomienda una zanja rectangular mínimo de 40 centímetros de ancho y 50 centímetros de profundidad. Se hace lo posible para que queden localizadas a lo largo de una curva de nivel, a fin de garantizar un correcto drenaje y que estén lo suficientemente atrás de las grietas de tensión en la corona.

La separación mínima recomendada, es de tres metros desde el borde de la corona. Para las áreas de drenaje de gran magnitud, se requieren canales con gran capacidad de conducción de agua.

Todas las obras de drenaje, si son realizadas con hormigón, este debe ser de 210 Kg/cm² de resistencia a los 28 días.

1.7 Cunetas Laterales

Son zanjas que se hacen a ambos lados del camino para recoger el agua de la vía, la que se desliza por los taludes de la misma y a veces también la que escurre en pequeñas áreas adyacentes.

Puesto que el área cuya agua va a dar a las cunetas es relativamente pequeña, generalmente se proyectan para que den capacidad a precipitaciones fuertes de 10 a 20 minutos de duración. Especialmente en caminos de grava o escurrimiento y combinar estos datos con la pendiente y forma de la cuenca para definir el área hidráulica necesaria para la cuneta.

La forma y dimensión de la cuneta se la determina de acuerdo a las condiciones climáticas, topográficas y geológicas del lugar.

1.7.1 Tipos y procesos constructivos.

Al igual que en las cunetas de coronación, las cunetas laterales pueden ser de tres tipos, triangular, trapecial y rectangular.

No se acostumbra usar secciones rectangulares, porque muy raras veces conservan los taludes verticales, sino que, por el contrario se derrumban pronto. Las zanjas de sección trapecial tienen mayor capacidad de transporte de agua en una misma área transversal, pero a menos que rápidamente que las cunetas en V. La sección trapecial se adapta a lugares en que la pendiente es relativamente grande. La desventaja de las cunetas en V es que deben hacerse muy anchas en pendientes suaves, y en algunos casos puede resultar poco económico dar el ancho necesario.

Es conveniente usar una sección de cuneta constante, no solo por la seguridad, sino también para contribuir a la fácil construcción y conservación.

Las cunetas ordinarias pueden hacerse con pendientes desde el 0.5%, ya que son fácilmente accesibles para su limpieza. Las pendientes máximas están limitadas por la velocidad. Cuando son necesarios cambios de pendiente o de alineamiento, debe procurarse que la velocidad se conserve, lo cual se logra mediante cambios de sección y transiciones adecuadas.

Una cuneta, por lo general puede servir en longitudes de hasta 600 ó 700 metros de terreno plano y 300 a 400 metros en terreno de cierta pendiente. Estas longitudes se contarán desde una cresta hasta el desfogue o desde una alcantarilla de alivio a otra.

Para que se conserven con facilidad las secciones dadas a las cunetas, es necesario que la velocidad no pase de ciertos valores críticos. Estos valores críticos sirven de guía para decidir si una cuneta se mantiene con sus dimensiones preestablecidas zampeándolas o recubriéndolas con algún material, o si bien se hacen cunetas de mayor amplitud para llevar el mismo caudal, pero con un tirante menor, con lo cual se obtiene mayor seguridad para el tránsito y no se requieren zampeados ni protecciones.

Ordinariamente no se necesita recubrir la cuneta cuando la velocidad no pasa de 2.0m/s. Cuando hay peligro de que la velocidad crezca demasiado, se pueden poner muros interceptores, recubrir la cuneta con concreto o bien entubar el agua en los tramos especialmente difíciles. El césped es un preventivo eficaz de la erosión en cunetas que ocasionalmente llevan agua, o llevan poca agua.

Las cunetas pueden ser revestidas y también no revestidas, tomando en cuenta que originan fallas e impiden el funcionamiento adecuado de estos elementos.

En cunetas no revestidas pueden ocurrir problemas por la pérdida de la sección de escurrimiento por derrames de suelos provenientes de los taludes de cortes, incluso embancamientos por depositaciones de suelos finos, tramos erosionados y depósitos de materiales arrastrados por las aguas o vertidos por el público.

Al reparar estos elementos debe tenerse en consideración que, en general, la sección original de escurrimiento responde a una necesidad hidráulica, por lo que es conveniente mantenerla lo más parecida que sea posible a la original. También conviene tener en consideración algunos criterios sobre seguridad vial, que indican que las cunetas de sección triangular no deben tener un ancho total superior a 2,4 m (para anchos mayores de 2,4 debe utilizarse una sección trapezoidal), y que las inclinaciones de los lados, taludes, deben ajustarse a una determinada relación, de manera que un vehículo que ingresa a ella no pierda el control. Así por ejemplo, según este concepto, si al lado adosado a la berma de una cuneta en “V” se le da una inclinación de 1:4 (V: H), en el opuesto no debe ser superior que 1:6 (V: H).

En cunetas revestidas los problemas y fallas que impiden el funcionamiento adecuado responden al desnivel que se produce entre una berma no tratada y el revestimiento, que impide el ingreso de las aguas a la cuneta.

Embanques provocados por derrames de suelos desde los taludes de los cortes y por la basura arrastrada por las aguas y los elementos vertidos por lo usuarios.

Juntas de construcción mal selladas y las grietas que pudieran existir en igual condición.

Embudos de descarga, que son elementos complementarios a las cunetas revestidas y que son, probablemente, el punto más débil del sistema, fallando con cierta frecuencia y siempre causando daños muy severos.

Para los trabajos de construcción de las cunetas laterales con revestimiento de hormigón o sin revestimiento, requieren del control previo de su replanteo, el chequeo de las condiciones de compactación y humedecimiento de las superficies de apoyo, el control de los materiales a utilizar para la elaboración del hormigón (cunetas revestidas), las de control de las tareas de ejecución del hormigón (cunetas revestidas), las de su terminación y curado (cunetas revestidas), y las tareas de terminaciones finales del suelo circundante a las cunetas una vez construidas estas.

1.8 Alcantarillado

Estas obras, que se las llama también de drenaje transversal son las que tienen por objeto dar paso expedito al agua que, por no poder desviarse en otra forma, tenga que cruzar de un lado a otro del camino.

Las alcantarillas se las puede usar para desaguar arroyos, cañadas, puntos bajos del perfil, drenaje artificial, zanjas de riego y para desaguar el agua de cunetas demasiado largas, intersecciones de caminos, etc.

Se colocan generalmente en el fondo del arroyo, canal o cauce que desaguan. En la localización de alcantarillas debe evitarse los cambios fuertes de dirección del curso del agua, por cuanto se disminuye la capacidad de la alcantarilla y se producen erosiones.

El área hidráulica de una alcantarilla debe ser tal que permita el paso del máximo caudal de agua que haya en cada caso, sin causar trastornos al camino ni a la estructura misma, ni que se requieran excesivos cuidados de conservación.

Es conveniente que la alcantarilla tenga la misma pendiente que el lecho de la corriente. Deben también evitarse los cambios de pendiente, para no causar erosiones.

Se recomienda una pendiente mínima de 0.5%, si puede obtenerse sin cambiar la velocidad de la corriente. Cuando las condiciones lo permitan es aconsejable una pendiente de 2 a 4%. La longitud que debe tener una alcantarilla depende del ancho

del camino, de la altura del terraplén, del talud del mismo y de la pendiente e inclinación de la alcantarilla.

Una alcantarilla consiste en 2 partes, 1 cañón y los muros de cabezal. El cañón forma el canal de la alcantarilla y es la parte esencial de la estructura. Los muros de cabezal sirven para impedir la erosión alrededor del canal, para guiar la corriente, y para evitar que el terraplén invada el canal. No obstante, los muros de cabezal se pueden omitir alargando el cañón.

A pesar de que es preferible que los drenajes siempre bajen recubiertos hasta el sitio de descarga muchas veces no se fabrican de esta manera. Adicionalmente, se tienen que colocar anclajes y disipadores de energía para su mejor funcionamiento.

1.8.1 Tipos y procesos constructivos.

“En cuanto hace referencia a su tipología, pueden distinguirse dos grandes grupos de obras de drenaje transversal:

- **Pequeñas obras de paso**

Este tipo de obras son de reducido tamaño, no superando luces de más de 10m. Pueden ser:

Caños. Tubos de sección circular contruidos para desaguar pequeños caudales de agua.

Tajeas. Aquellas obras que sin ser caños tienen luces que no exceden de 1m.

Alcantarillas. Obras de luces superiores a 1 m. e inferiores a 3m.

Pontones. Comprenden luces de entre 3 y 10 m.

Pozos. Cajas de fabrica, adosados a los caños o tajeas situadas en perfiles a media ladera, que recogen las aguas de las cunetas que han de desaguar por ellos.

- **Grandes obras de paso**

Se trata de aquellas realizadas para salvar grandes luces y desniveles, principalmente puentes y viaductos. Este tipo de obras están relacionadas con causes y caudales más importantes, por lo que su sección no resulta determinante para el desagüe del cauce. Sin embargo, plantea problemas de elevación de la lamina de agua sobre la vía o de erosiones en los apoyos de las pilas.”⁶

Se pueden tipificar también, según la forma.

Según la forma del cañón, las alcantarillas se pueden dividir en: alcantarillas de tubo, alcantarillas de cajón y alcantarillas de bóveda. También se puede clasificar de acuerdo al material con que están hechas: hormigón armado, tubo de metal corrugado, tubo de acero corrugado, tubo de aluminio corrugado, lámina de acero estructural y hormigón centrifugado.

El tipo de material a usarse en las alcantarillas depende de los requerimientos hidráulicos y de los requisitos de resistencia para soportar el terraplén y los esfuerzos producidos por las cargas de tráfico.

⁶ Luis Bañon Blázquez. EL AGUA Y LA CARRETERA.
http://sirio.ua.es/proyectos/manual_%20carreteras/02010404.pdf

Las alcantarillas rígidas; es decir, los tubos de hormigón, simple y armado y los cajones de hormigón armado, experimentan las dos formas de deterioros: los que afectan la estructura y los que afectan el material.

El deterioro de tipo estructural se manifiesta en roturas y grietas que, en el caso de las obras construidas con hormigón simple, pueden significar el colapso completo del conducto. Una falla estructural importante se suele producir cuando una de estas alcantarillas se instala en una sección mixta, parte en terraplén y parte en corte, sin tomar en consideración los efectos de las grandes diferencias de rigideces de los suelos de la fundación; normalmente aparece una grieta importante en todo el perímetro, en la posición de la zona de transición de corte a terraplén.

Los deterioros del material se presentan como una desintegración de cierto espesor del hormigón que disminuye la capacidad estructural de la obra, con oxidación de las armaduras en el caso del hormigón armado.

Cuando corresponda reemplazar una alcantarilla rígida, en especial si es de hormigón simple, cuya capacidad para soportar las cargas a que se verá sometida es normalmente desconocida, es recomendable siempre utilizar la denominada instalación en zanja. En este tipo de instalación, entre más estrecha es la zanja en relación al diámetro del tubo, menor será la carga que el suelo transmitirá al conducto.

Las alcantarillas de láminas corrugadas, al igual que las alcantarillas rígidas, experimentan los mismos deterioros: los que afectan la estructura y los que afectan el material.

- Deformaciones que les hacen perder su forma original.
- Abolladuras importantes que puedan afectar la estabilidad general de la obra.
- Fallas en las uniones, por la carencia de algunos pernos o porque el agujero se ha ensanchado impidiendo la efectiva unión entre las dos láminas.
- En los tubos flexibles la capacidad estructural depende parcialmente de la resistencia propia del material de que están formados; la mayor resistencia radica en que al deformarse bajo la acción de las cargas, el diámetro horizontal aumenta, presionando el terreno de los costados y, por lo tanto, creando un empuje pasivo que ayuda a soportar las cargas verticales. Así, para que estas obras trabajen en la forma prevista es muy importante que conserven una forma adecuada y uniforme y que se encuentren rodeadas completamente por suelos densos y de buena calidad.

Los deterioros del material que se presentan con más frecuencia son la corrosión del revestimiento de zinc y la posterior oxidación de la lámina de acero, y la erosión producida por elementos abrasivos transportados por el agua. Para condiciones de suelos y aguas que se podrían denominar normales, es decir, no especialmente ácidas, la corrosión se minimiza asegurándose que las láminas corrugadas cumplan con ciertas normas, Para condiciones extremas, tales como desechos mineros y/o suelos muy ácidos, es conveniente solicitar un estudio especializado.

La erosión provocada por elementos arrastrados por las aguas se mitiga utilizando tubos con un revestimiento bituminoso interior.

Para los trabajos de construcción de alcantarillas rígidas, cabe detallar los pasos a seguir.

- Replanteo de la excavación en alineación y cotas.
- Control de la excavación en cuanto a dimensiones y calidad del suelo encontrado.
- Corrección del suelo de fundación, si fuese necesario.
- Control de calidad de la tubería a utilizar.
- Verificación y toma de muestra del hormigón de los cabezales.
- Verificación de las dimensiones de los cabezales a elaborar.
- Para las juntas entre los distintos caños que constituyen el ducto a colocar deberán ser selladas de acuerdo a las especificaciones técnicas de cada obra.
- El material para relleno de las zanjas se coloca en capas horizontales de espesor no mayor a los establecidos en las especificaciones de cada obra, que serán adecuadamente compactados obteniéndose los porcentajes de compactación que establezcan aquellas. La prolijidad en las tareas de relleno es muy importante por cuanto de ello depende la posibilidad de que existan hundimientos en lugares donde el relleno es defectuoso.
- Al finalizar la construcción de una alcantarilla rígida se debe chequear y ordenar si es necesario, la construcción de pequeñas obras complementarias de encauzamiento de las aguas de tal manera que el diseño de la alcantarilla sea efectivo.

En trabajos de construcción de alcantarillas con láminas corrugadas, se siguen los mismos pasos que en los trabajos de construcción de alcantarillas rígidas, con la diferencia de que en las tuberías a utilizar, se debe controlar la calidad del material de la cañería, a los efectos de establecer si se encuadra dentro de las especificaciones

respectivas. También hay que tomar en cuenta la impermeabilización o pintado, de igual forma el armado de la tubería metálica, sin descuidar que sea el más perfecto posible.

Una vez terminada la construcción de la alcantarilla, se chequea el funcionamiento de la misma, ordenando si es necesario, la construcción de pequeños canales y/o desvíos a los efectos de que el trabajo de la alcantarilla sea lo más efectivo posible.

1.9 Importancia de la optimización de procesos en obras de drenaje vial

La construcción vial es una de las actividades que más contribuyen al desarrollo y crecimiento de la humanidad. Un incremento de los índices de construcción es generalmente un indicador del crecimiento demográfico, el cual demanda más obras y proyectos de infraestructura, vivienda, educación, salud, etc. Otro aspecto que también puede incrementar este índice es el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas del país, lo cual se refleja en la remodelación o también el mantenimiento de vías existentes tomando en cuenta las obras de drenaje y en el desarrollo de nuevas vías, tanto del sector privado como del público, o en políticas enfocadas en sectores de crecimiento que demandan más infraestructura, como es el caso de nuestro país con el crecimiento del Sector Turístico.

El crecimiento de la actividad de la construcción vial obliga a actuar responsablemente y a garantizar que la actividad va a ser desarrollada en forma sostenible. De esta manera, la atención debe enfocarse en tratar que todo proyecto de construcción se desarrolle con base en parámetros de desempeño que logren que este objetivo se cumpla, a saber, tiempo, costo, calidad, seguridad y ambiente, entre otros.

Este subcapítulo ocupa la importancia de la optimización de procesos, y el cómo incorporar estos parámetros en los procesos, con el objetivo de lograr que la actividad de la construcción vial sea sostenible, especialmente en este momento en

que los costos de los combustibles, costos de mano de obra, maquinaria, etc., nos obligan a racionalizar y optimizar recursos.

La industria de la construcción de caminos, a diferencia de otras industrias, es una actividad en la que cada producto es diferente, es decir, ningún proyecto es o será igual a otro, sobre todo en la construcción del drenaje, ya que las condiciones topográficas de los caminos no son siempre las mismas. En esta diferencia influyen aspectos como variabilidad de los materiales, variabilidad de la mano de obra, variabilidad del clima, variabilidad de la tecnología, etc.

Esta condición particular hace que cada proyecto de construcción vial (drenaje), sea único y especial. Sin embargo, hay generalidades que es posible aplicar a cada proyecto con el objetivo de mejorar los procesos y por ende, el producto final.

Para comenzar, es importante tener claro que la construcción de carreteras se compone de una serie de operaciones y estas a su vez se dividen en procesos compuestos por tareas, por lo cual es importante definir que un proceso constructivo se compone de una serie de tareas en las que intervienen recursos. Estos recursos son de orden tecnológico, material y humano.

¿Cómo mejorar los procesos constructivos teniendo en cuenta estos recursos? y ¿Qué variables debemos controlar?, pueden surgir un sinnúmero de preguntas ya que la importancia en la implementación de un sistema de optimización de procesos constructivos aplicadas a obras de drenaje vial es de mucho éxito para el desarrollo de cualquier obra.

El mejoramiento de los procesos constructivos puede aplicarse desde el inicio del proyecto, en su etapa de planificación. Es en esta etapa donde se toma decisiones importantes respecto a elementos tales como tecnología, sistemas constructivos y materiales. Estos aspectos influirán definitivamente en el mejoramiento de los procesos constructivos. A continuación se detallan algunos de estos aspectos.

- ***Tecnología***

Siempre existen varias formas de realizar un proceso constructivo; aspectos como costo, tiempo, tamaño y complejidad de la obra definirán la tecnología por utilizar. Por ejemplo, la preparación y colocación del concreto puede realizarse de varias formas: con mezcladora, con concreto premezclado, con o sin bombeo, con una planta móvil o permanente en el sitio, etc. Sin embargo, la definición de la tecnología debe realizarse tomando en cuenta los recursos con los que se cuenta, las limitaciones de espacio, el presupuesto disponible, el tiempo requerido, el volumen de concreto por colocar, las características de los elementos, y los objetivos y alcances del proyecto.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la mejor decisión será aquella que mantenga un balance entre los recursos disponibles y los requerimientos finales del proyecto, de tal manera que la decisión de la tecnología por utilizar no cause desbalances contraproducentes en aspectos tales como el costo y el tiempo de la obra.

Los sistemas de información actuales permiten conocer ampliamente lo último en tecnología disponible para la realización de los procesos constructivos en cualquier

ámbito, lo cual siempre puede ser una alternativa importante, considerando las limitaciones que se puede tener para su adquisición.

- ***Mano de obra***

Este recurso es muy importante en el desarrollo de un proyecto. Una característica que distingue a la mano de obra de la industria de la construcción de otras industrias es su gran movilidad y diversidad.

La administración del recurso humano tiene gran importancia para el logro de los objetivos de un proyecto de construcción, puesto que éste es el mayor recurso que se contrata. La mano de obra de la construcción demanda de aspectos tales como capacitación, seguridad y motivación.

El incremento de la productividad de un proceso es altamente dependiente del recurso humano que se emplee, lo cual al final se reflejará en parámetros de tiempo, costo y calidad.

Además, proyectos de construcción donde los procesos sean bien planeados, seguros y en donde se haga un esfuerzo por reconocer la capacidad y habilidad individual tendrán menor ausentismo y se obtendrá ganancia en la productividad.

Es importante eliminar aspectos que puedan causar desmotivación en los trabajadores e implementar aspectos positivos que al final se reflejarán en una mejor ejecución de la obra.

Seguridad

La seguridad se constituye en un esfuerzo que toda empresa constructora debe realizar para salvaguardar la vida de sus trabajadores. El ser humano es el recurso más importante de toda actividad y amerita el desarrollo e implementación de políticas de gestión que ayuden a proteger la salud y seguridad de los trabajadores.

La naturaleza misma de los procesos constructivos hace de la construcción una actividad de alto riesgo. Además, la gran cantidad y severidad de los accidentes de la construcción en cualquier ámbito, sea vial, estructural, hidráulico, etc., hacen de esta industria una de las más peligrosas.

Entre los factores que hacen de la construcción una actividad muy peligrosa, también están las condiciones en que ésta se realiza, normalmente en alturas o bajo tierra, a la intemperie, con uso de herramientas y equipos que no siempre están en las mejores condiciones, y con gran movilización de trabajadores de acuerdo con los procesos constructivos y con el grado de avance en que se encuentre el proyecto.

Diseño del sitio

Un buen diseño de sitio es básico para garantizar el desarrollo de los procesos y el éxito de los objetivos del proyecto. El diseño de sitio influye directamente en aspectos de productividad, calidad y seguridad. El sitio debe ser diseñado tomando en cuenta la ubicación de equipo pesado tal como grúas y maquinaria pesada; áreas de carga, descarga, almacenamiento y transporte de materiales; áreas de trabajo tales como talleres y su ubicación para evitar ruido, polvo o contacto con agentes físicos y químicos por parte de los trabajadores y deben mostrar orden y aseo para disminuir

accidentes y aumentar la productividad; y la ubicación de servicios básicos tales como servicios sanitarios, áreas para guardar artículos personales, agua para tomar, área de almacenamiento de los diferentes materiales, áreas de oficinas y de servicios básicos para los trabajadores tales como alimentación y limpieza al final de las labores del día. También en el diseño de sitio se debe reflejar aspectos tales como la disposición de desechos y la ubicación de la materia prima.

Administración de los materiales

Es importante que cada obra de construcción cuente con estrategias para la administración de los materiales. Cada proyecto debe garantizar que los materiales que se utilicen sean de alta calidad y que además se encuentren en el sitio en el momento en que se necesitan. Es importante, especialmente cuando existen limitaciones de espacio, que estos no estén en el proyecto demasiado antes porque ocuparán espacio, se deberá incrementar la seguridad de los mismos y además representarán un riesgo de deterioro si no son almacenados en forma adecuada. Caso contrario, cuando los materiales no son llevados a la obra cuando se necesitan, se producirán atrasos en los procesos, ocasionando el incremento del costo, del tiempo de ejecución y en algunos casos, se pone en riesgo la calidad del producto final y la seguridad de los trabajadores.

Para el manejo y administración de materiales en un proceso de construcción es necesario contar con una bodega que se maneje en forma eficiente y con el respectivo control de inventarios, para evitar posibles tiempos no productivos por espera de los materiales y con proveedores que suministren los materiales de

calidad, en el tiempo y en la forma en que sean solicitados por el administrador del proyecto.

Comunicación

La comunicación es un aspecto de gran trascendencia en el mejoramiento de los procesos. Debe existir una buena comunicación entre todos los niveles y la cadena de mando debe ser clara y directa. Es importante evitar que mucha gente dé órdenes, porque se crea confusión y malentendidos que pueden afectar el logro final del proceso. Debe promoverse el desarrollo de actitudes positivas entre los trabajadores y el deseo de integrar equipos de trabajo. Los trabajadores deben recibir instrucciones claras por parte de su superior. Dado que en su mayoría los trabajadores de la construcción sólo tienen estudios básicos, la comunicación debe ser clara y el superior jerárquico debe corroborar que el mensaje fue recibido correctamente, preguntando varias veces si está clara la información y si se entendió que debe hacerse, acción que evitará que se pierda recursos por repetir procesos que no estaban claramente entendidos, lo cual se reflejará en la motivación y en la productividad.

Calidad

Cada día la calidad de los proyectos alcanza más importancia, especialmente como una herramienta de competitividad y reconocimiento para la empresa. La calidad del producto final se inicia implementando calidad en el desarrollo de los procesos, lo cual incluye calidad de la mano de obra, calidad de los materiales y calidad del producto final.

Las empresas han reconocido en la calidad una ventaja competitiva y algunas se han certificado con las Normas ISO 9000, mientras otras están en proceso de certificación.

La certificación de los procesos constructivos es una herramienta muy valiosa con la que las empresas garantizan el deseo de querer hacer las cosas bien, lo cual incrementa la confianza del usuario o consumidor.

Medio Ambiente

Aunque la construcción sea un indicador de crecimiento, también es una actividad que normalmente impacta el ambiente.

Cualquier obra o proyecto de construcción, por pequeña que sea, modifica de alguna manera el ambiente. También es una realidad que en la construcción se consume grandes cantidades de recursos naturales en los procesos constructivos, tales como agua, energía, materiales pétreos, metales, madera, geotextiles y otros. Tal consumo requiere que se implemente políticas de gestión y administración en el desarrollo de los proyectos para optimizar el consumo de recursos y mejorar los procesos. Es muy importante que los procesos se realicen con una alta calidad para evitar que se deba rehacer elementos, lo cual al final representa un mayor consumo de recursos y un aumento de los desechos.

Es necesario implementar herramientas de gestión en el desarrollo de los proyectos, incluyendo capacitaciones para optimizar el uso de recursos tales como agua, electricidad y materiales.

La implementación de controles y la determinación de índices ambientales pueden ayudar a que los procesos se realicen en forma más eficiente.

Aspectos tales como gestión y manejo de desechos, tanto del proyecto como de los trabajadores y sus actividades, y el uso racional del agua y de la energía son acciones que pueden establecerse sin complicación.

Una recomendación, al menos mientras se desarrolla una cultura ambiental, es el establecimiento de políticas de incentivos para promover un mejor comportamiento de los individuos ante el ambiente, por ejemplo, mediante el reciclaje de materiales, la reutilización de materiales que aún tienen alguna vida útil, la reducción en el consumo, etc.

Proveeduría

La proveeduría es uno de los aspectos más importantes en el desarrollo de cualquier obra de construcción, dado que se necesita un suministro de materiales y servicios que va ya paralelo a aspectos de calidad, tiempo y costo.

Cada administrador de un proyecto de construcción debe desarrollar estrategias en relación con los proveedores. Normalmente, el control se establece por medio de contratos, pero la incorporación y el conocimiento por parte de los proveedores, de los objetivos del proyecto y del papel que ellos representan en su éxito es fundamental. Es necesario desarrollar una mayor participación y deseo de colaboración por parte de los proveedores. Asimismo, el administrador del proyecto debe desarrollar estrategias que le permitan un avance de los procesos de acuerdo con la planificación establecida.

Es importante, por tanto, desarrollar alianzas estratégicas con los proveedores, especialmente porque el éxito del proyecto depende de factores de calidad, tiempo y costo.⁷

⁷ Oglesby, Parker, Howell. *Productivity Improvement in Construction*. McGraw Hill Series in Construction Engineering and Project Management.

CAPITULO 2:

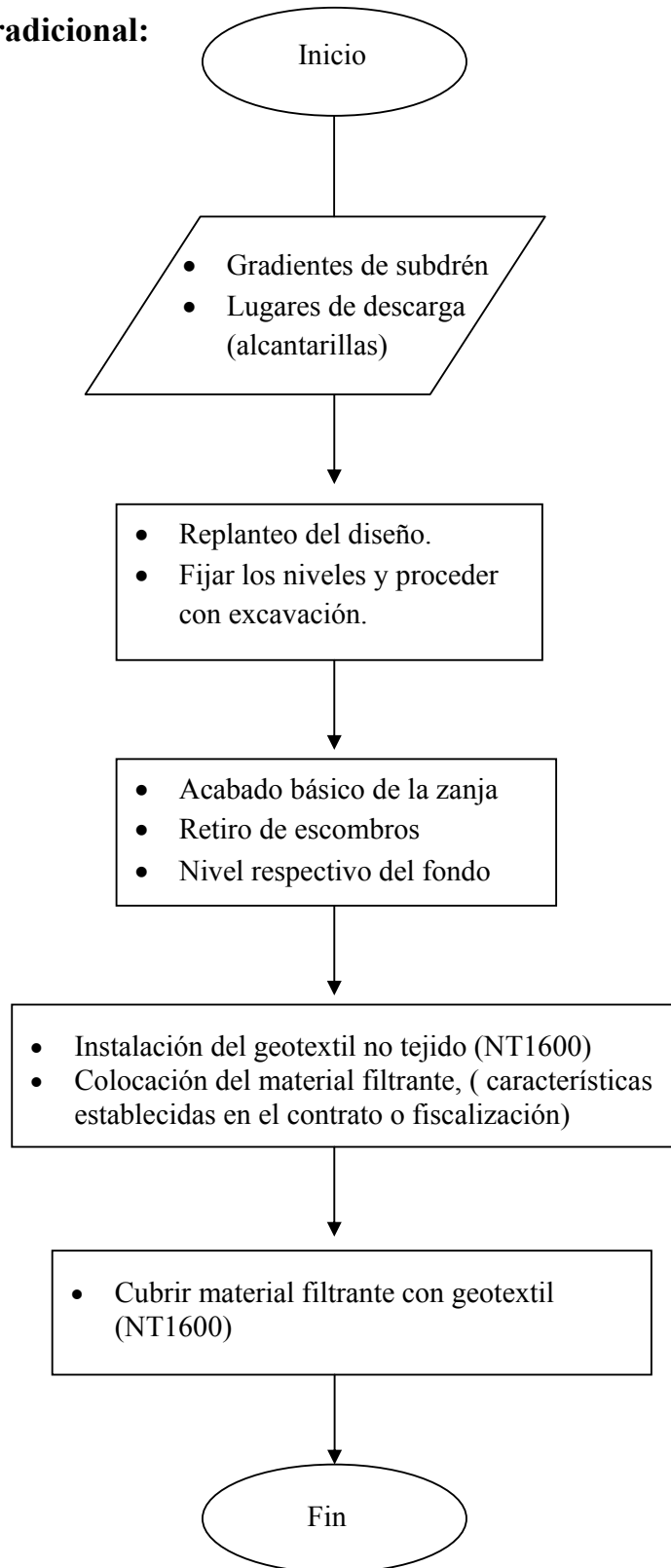
PROCESOS TRADICIONALES DEL DRENAJE VIAL

Los procesos tradicionales de drenaje vial se han realizado durante muchos años y se han transformado en una costumbre en todo tipo de construcciones sin tomar en cuenta que puede haber maneras de mejorarlos, tratando de enfocar que todo proyecto de construcción se desarrolle en base a parámetros de desempeño para que se cumplan objetivos como tiempo, costo, calidad, seguridad entre otros, y así obtener beneficios tanto del constructor como del proyecto y por ende de las personas que lo vayan a utilizar.

2.1 Descripción de los procesos tradicionales de construcción en rubros de drenaje vial

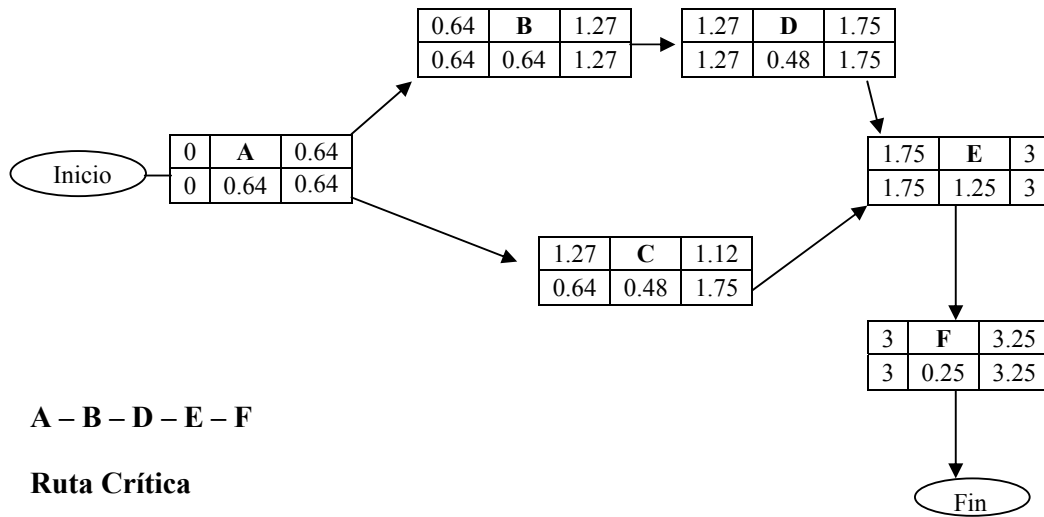
Subdrenes. Para realizar los subdrenes se siguieron los siguientes pasos según las especificaciones técnicas del MOP. Se ha tomado en cuenta para la medición de este proceso una distancia de 100 m.

Proceso Tradicional:



Determinación de la ruta crítica para el proceso tradicional en Subdrén.

Actividad	Descripción	Precedente	Tiempo (H)	Holgura		
				ES	EF	LS
A	Excavación primeros 50 m.	-	0.64	0.64	0.64	0
B	Excavación últimos 50 m.	A	0.64	1.27	1.27	0
C	Geotextil primeros 50 m.	A	0.48	1.75	1.12	0.63
D	Geotextil últimos 50 m.	B	0.48	1.75	1.75	0
E	Material filtrante	C, D	1.25	3	3	0
F	Tapado	E	0.25	3.25	3.25	0



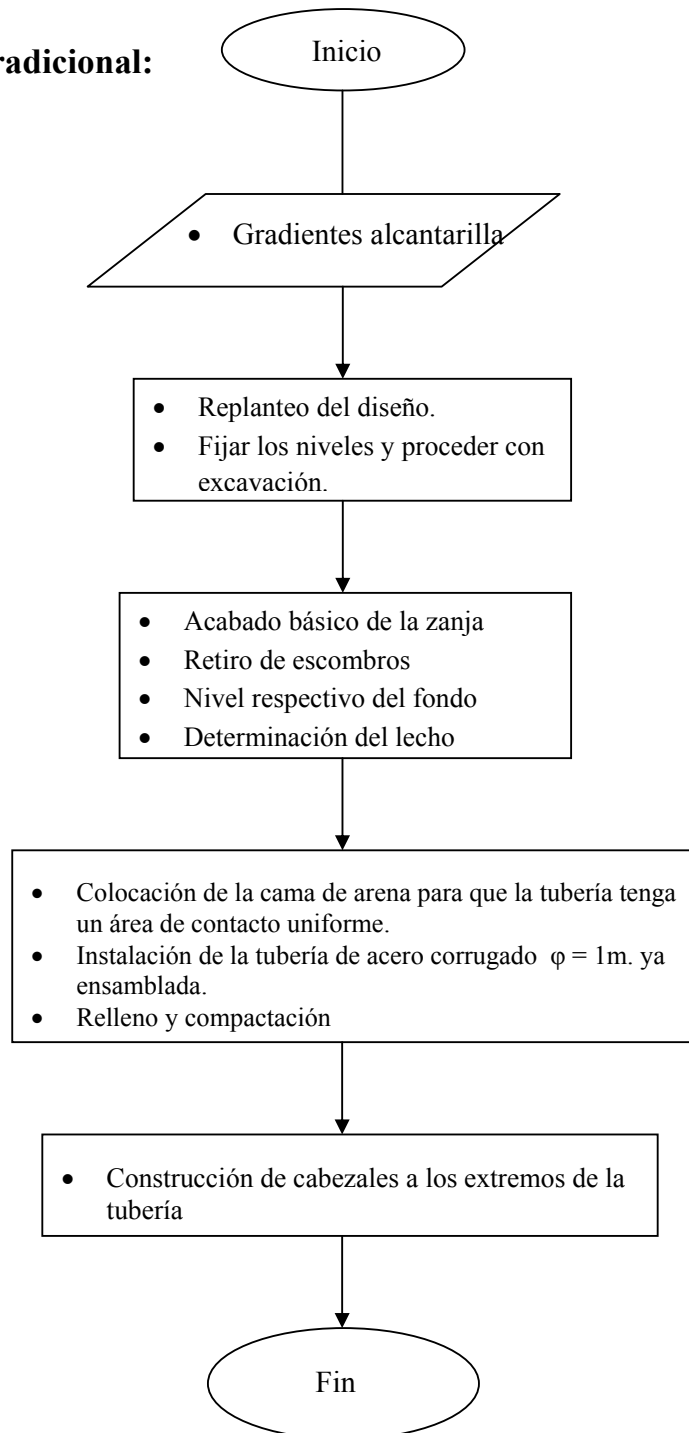
1	2	3
---	---	---

1. Inicio
2. Duración
3. Final

Duración= 3.25 horas

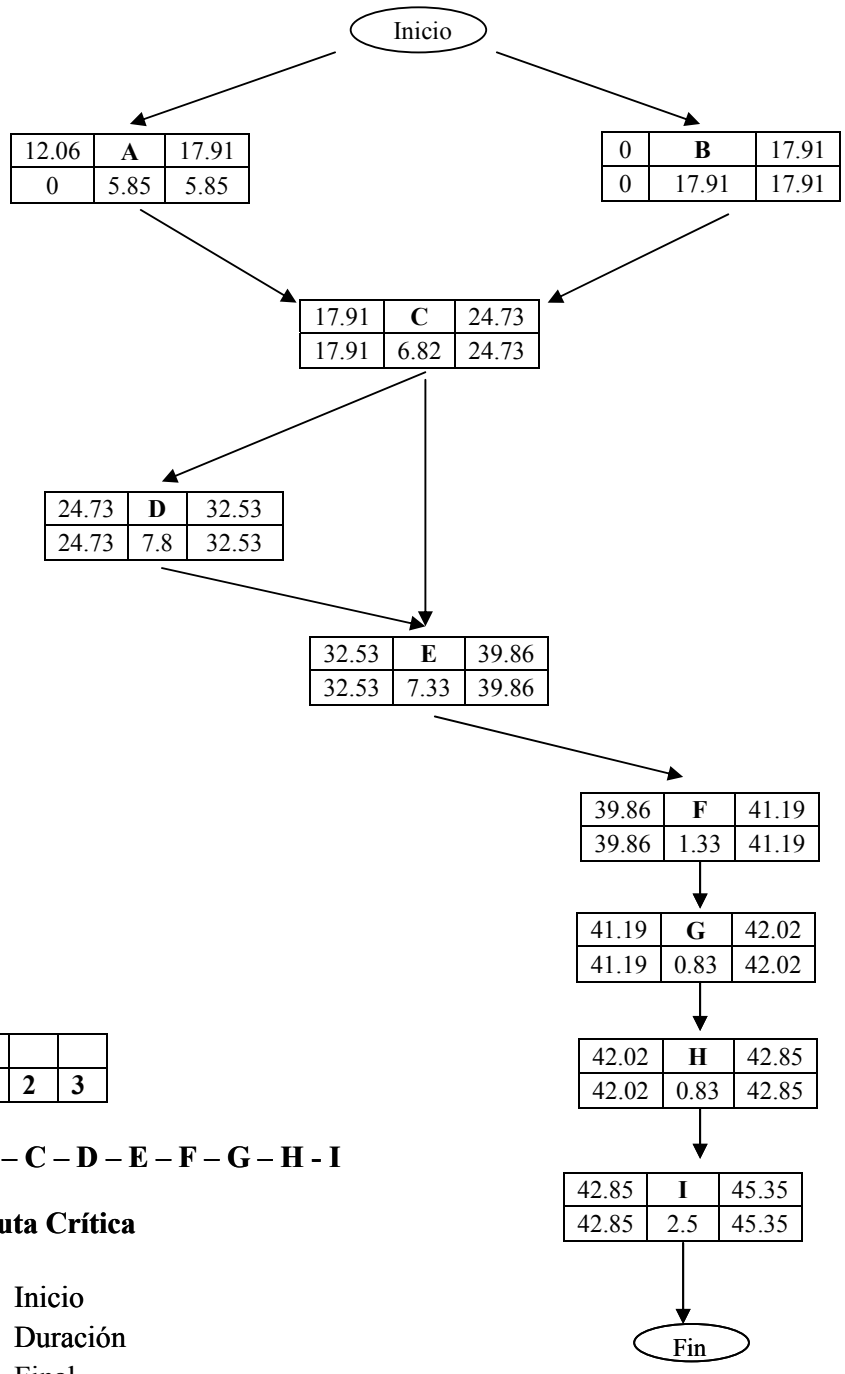
Alcantarillas. Para realizar las alcantarillas se siguieron los siguientes pasos según las especificaciones técnicas del MOP. Se ha tomado en cuenta para la medición de este proceso un ancho de vía de 12 m.

Proceso Tradicional:



Determinación de la ruta crítica para el proceso tradicional en alcantarilla.

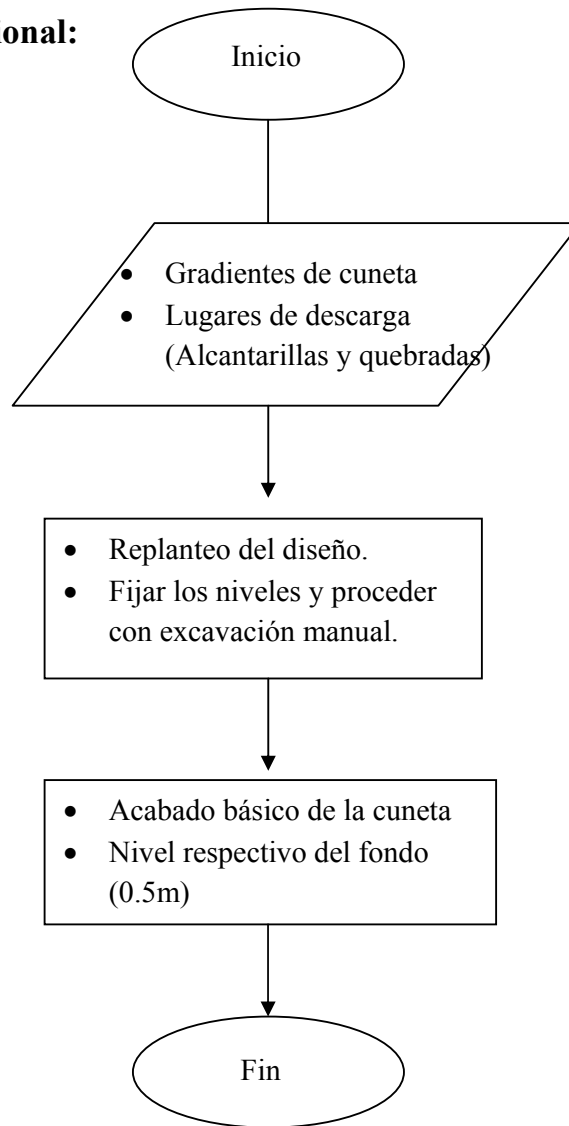
Actividad	Descripción	Precedente	Tiempo (H)	Holgura		
A	Armado de tubería afuera.	–	5.85	17.91	5.85	12.06
B	Excavación y cama de arena	–	17.91	17.91	17.91	0
C	Colocación tubería	A,B	6.82	24.73	24.73	0
D	Relleno y compactación	C	7.8	32.53	32.53	0
E	Armado encofrado de cabezal	C,D	7.33	39.86	39.86	0
F	Colocación encofrado para cabezal	E	1.33	41.19	41.19	0
G	Elaboración de hormigón para replantillo	F	0.83	42.02	42.02	0
H	Colocación de hormigón para replantillo	G	0.83	42.85	42.85	0
I	Colocación de hormigón para muros	H	2.5	45.35	45.35	0



Duración= 45.35 horas

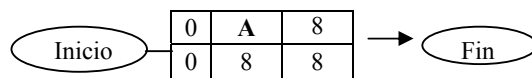
Cunetas de Coronación. Para realizar las cunetas de coronación se siguieron los siguientes pasos según las especificaciones técnicas del MOP. Se ha tomado en cuenta para la medición de este proceso una cuneta de tipo triangular y una distancia de 28 m., sin revestimiento debido a la calidad de suelo (cangagua) y al diseño hidráulico.

Proceso Tradicional:



Determinación de la ruta crítica para el proceso tradicional en c. de coronación.

Actividad	Descripción	Precedente	Tiempo (H)	Holgura		
A	Excavación manual de 28 m y acabado básico	-	8	8	8	0



A

Duración= 8.0 horas

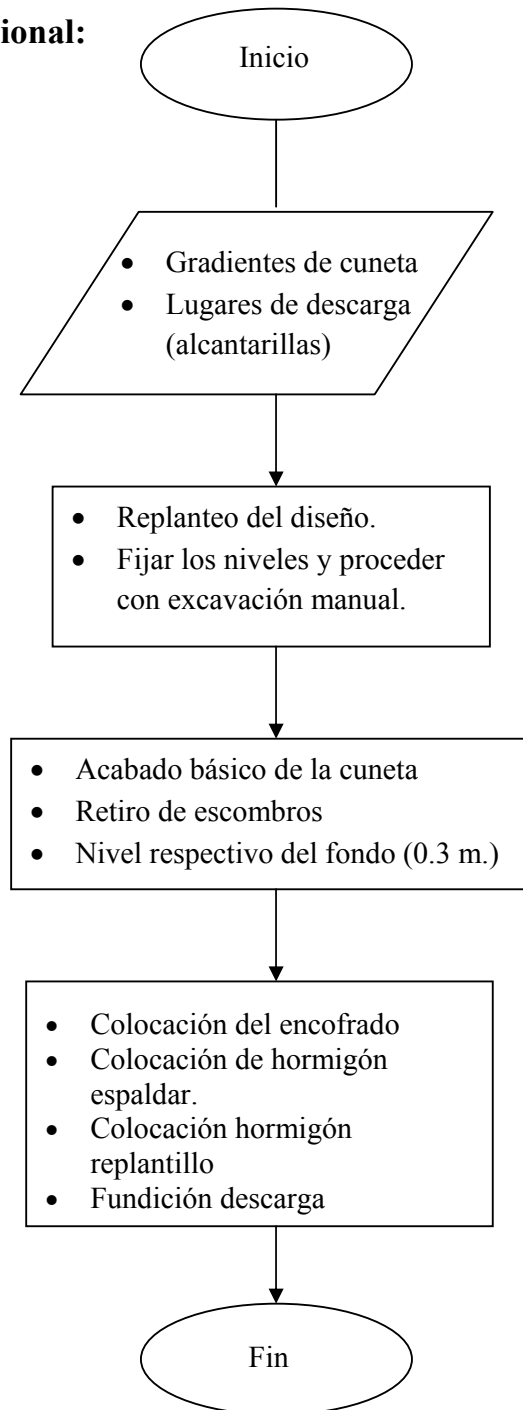
Ruta Crítica

1	2	3

1. Inicio
2. Duración
3. Final

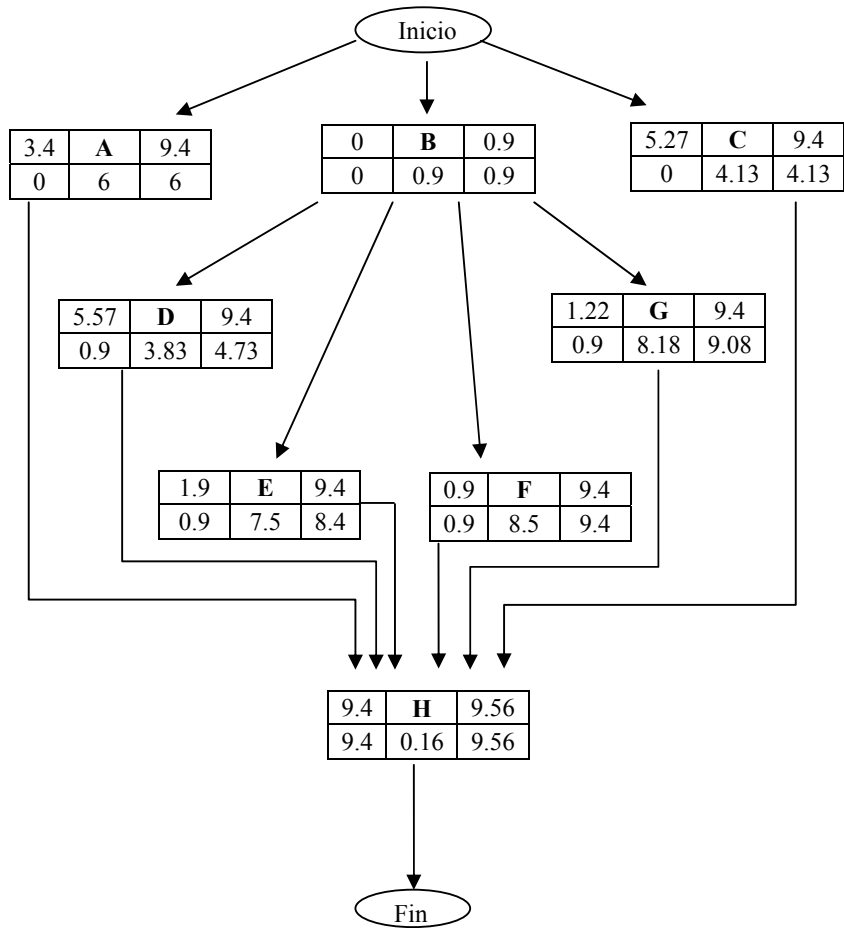
Cunetas Laterales. Para realizar las cunetas laterales se siguieron los siguientes pasos según las especificaciones técnicas del MOP. Se ha tomado en cuenta para la medición de este proceso una distancia de 150 m.

Proceso Tradicional:



Determinación de la ruta crítica para el proceso tradicional en c. lateral.

Actividad	Descripción	Precedente	Tiempo (H)	Holgura		
A	Excavación 150 m.	–	6	9.4	6	3.4
B	Armado de encofrado para 25 m	–	0.9	0.9	0.9	0
C	Armado y colocación de encofrado	–	4.13	9.4	4.13	5.27
D	Colocación encofrado para 150 m.	B	3.83	9.4	4.73	4.67
E	Elaboración de hormigón	B	7.5	9.4	8.4	1
F	Colocación de hormigón espaldar	B	8.5	9.4	9.4	0
G	Colocación hormigón replantillo	B	8.18	9.4	9.08	0.32
H	Fundición de la descarga	A,B,C,D,E,F,G	0.16	9.56	9.56	0



B - F - H

Ruta Crítica

Duración= 9.56 horas

1	2	3

1. Inicio
2. Duración
3. Final

2.2 Medición de indicadores

Una de las definiciones más completas es la propuesta por el Ing. Jesús Mauricio Beltrán Jaramillo: “Se define un indicador como la relación entre las variables cuantitativas o cualitativas, que permite observar la situación y las tendencias de cambio generadas en el objeto, respecto de objetivos y metas previstos e influencias esperadas”

Rodríguez y Gómez lo definen como: “Es la expresión cuantitativa del comportamiento o desempeño de una empresa o departamento, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, nos podrá estar señalando una desviación sobre la cual se tomaran acciones correctivas o preventivas, según el caso.”

Estos indicadores pueden ser valores, unidades, índices, series estadísticas, proporciones, lapsos de tiempo, etc.

Es importante recordar que los indicadores de gestión son, ante todo, información; es decir, agregan valor, no son solo datos; sea que se los trate en forma individual como cuando se presentan agrupados, los indicadores de gestión deben tener los atributos de la información. Entre las particularidades para la información, se proponen las siguientes:

Exactitud.- La información debe representar la situación o el estado como realmente es.

Forma.- Existen diferentes formas de presentación de la información que pueden ser cualitativa o cuantitativa, numérica o grafica, impresa o visualizada, resumida o detallada. Realmente la forma debe ser elegida según la situación, necesidades y habilidades de quien la recibe y procesa.

Frecuencia.- Es la medida de cuan a menudo se requiere, se recaba, se produce o se analiza.

Extensión.- Se refiere al alcance en términos de cobertura del área de interés, además tiene que ver con la brevedad requerida, según el tópico de que se trate. La calidad de la información no es directamente proporcional con su extensión.

Origen.- Puede originarse dentro o fuera de la organización, lo fundamental es que la fuente que la genera sea la fuente correcta.

Temporalidad.- La información puede referirse al pasado, de los sucesos actuales o de las actividades o sucesos futuros.

Relevancia.- La información es relevante si es necesaria para una situación particular.

Integridad.- La información completa proporciona al usuario el panorama integral de lo que se necesita saber acerca de una situación determinada.

Oportunidad.- Para ser considerada oportuna, una información debe estar disponible y actualizada cuando se la necesita.

Hay que recalcar que los indicadores no son fines, sino medios, para ayudarnos a lograr los fines.

Según el Ing. J. Beltrán existen ciertos componentes que deberían estar presentes en un indicador correctamente compuesto, estos atributos son:

Nombre.- La identificación y diferenciación de un indicador es vital, y su nombre además de concreto, debe definir claramente su objetivo y utilidad.

Forma de cálculo.- Generalmente, cuando se trata de indicadores cuantitativos, se debe tener muy claro la fórmula matemática para el cálculo de su valor, lo cual implica la identificación exacta de los factores y la manera como ellos se relacionan.

Unidades.- La manera como se expresa el valor de determinado indicador esta dado por las unidades los cuales varían de acuerdo con los factores que se relaciona.

Glosario.- Es fundamental que el indicador se encuentre documentado en términos de especificar de manera precisa los factores que se relacionan en su cálculo. Por lo general las organizaciones cuentan con un documento, llámese manual o cartilla de indicadores, en el cual se especifican todos los aspectos atinentes a los indicadores que maneja la organización.

Subdrenes. La medición de este rubro se llevó a cabo en la localidad de Lagarto-Pizares en la provincia de Esmeraldas. La instalación de este sistema de subdrenaje fue subdrén francés sin tubo.

Para la medición de este rubro se ha tomado en cuenta los siguientes indicadores:

- Índice de errores en la entrega de materiales
- Pérdida de materiales
- Productividad por servicio
- Tiempos productivos auxiliares e improductivos

Indicador	Factores asociados	Fórmula	Parámetro de Comparación
Índice de errores en la entrega de materiales	Error de la entrega. Actitud tomada al momento de error en la entrega. Descripción resumida de la transacción realizada	$EM = \frac{\sum NE}{\sum NT} \times 100$ (%)	0 – 10 % por retraso en entrega del material solicitado 10 – 20 % por cambio de especificaciones
Pérdida de materiales	Identificación del material. Consumo real (m ³) Consumo teórico (m ³)	$PM = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100$	1-15% en material compactado, (arena, material filtrante, etc.) en 1m ³ = 1.15 m ³ de material compactado
Productividad por servicio	Volumen Área Tiempo Producción	$I_{prod} = \frac{HH}{Q_{serv}}$	0 - 0.015 para excavación, en limos 0 al 0.015 para instalación de geotextil con 2 personas 0 al 0.015 para material de relleno con mini cargadora
Tiempos productivos auxiliares e improductivos	Tiempos Productivos Tiempos Improductivos Tiempos Auxiliares	$TP = \frac{CTP}{NOT} \times 100$ $TA = \frac{CTA}{NOT} \times 100$ $TI = \frac{CTI}{NOT} \times 100$ (%)	TP 80 – 100% TA 0% TI 0-20% No existe tiempo auxiliar ya que se prevé la cuadrilla con la cual se trabaja

Significados de los códigos

CÓDIGO	NOMBRE DEL INDICADOR
EM	Índice de errores en la entrega del material
I.prod E	Productividad por servicio (excavación)
I.prod G	Productividad por servicio (subdrén-geotextil)
I.prod MF	Productividad por servicio (subdrén-material filtrante)
I.prod T	Productividad por servicio (tubería)
I.prod R	Productividad por servicio (relleno)
I.prod AE	Productividad por servicio (armado encofrado cabezales)
I.prod CE	Productividad por servicio (colocación encofrado cabezales)
I.prod EH	Productividad por servicio (elaboración de hormigón para replantillo)
I.prod HR	Productividad por servicio (colocación hormigón en replantillo cabezal)
I.prod HM	Productividad por servicio (colocación hormigón para muros cabezal)
I.prod HE	Productividad por servicio (colocación hormigón en espaldar)
I.prod AEJ	Productividad por servicio (armado encofrado juntas y colocación)
I.prod HD	Productividad por servicio (colocación hormigón para descarga)
TP-TA-TI	Tiempos productivos, auxiliares e improductivos
PMa	Perdida de materiales (arena para cabezales, cunetas)
PMr	Perdida de materiales (ripió para cabezales, cunetas)
PMc	Perdida de materiales (cemento para cabezales, cunetas)
PMh	Perdida de materiales (hormigón para cabezales, cunetas)
DP	Densidad de muros
I conc.	Relación volumen de cemento y área construida

Planillas propuestas para medición de indicadores (subdrenaje).

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: EM	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Índice de errores en la entrega del material
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA A.
Obra:	Construcción de la vía Lagarto-Pizares 35 km.
Localización:	Esmeraldas
Fecha:	08-07-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$EM = \frac{\sum NE}{\sum NT} \times 100$ (%)
NE = <i>Número de errores en la entrega del material.</i> - Son considerados errores en la entrega de materiales:	
a. Retraso en la entrega de los materiales (más de un día).	
b. Falta de documentos de respaldo donde se pueda comprobar las cantidades y especificaciones de los ítems.	
c. Diferencias existentes entre la cantidad o especificaciones del material que consta en la factura (o cualquier otro documento correspondiente) y el material efectivamente entregado en la obra.	
NT = <i>Número de transacciones (compras) realizadas.</i> - corresponde al número de compras realizadas en un periodo determinado.	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Datos del proyecto.	
Fecha de inicio de obra:	01-08-2006
Fecha de inicio de la medición:	08-07-2009
Fecha de terminación de la medición:	08-07-2009
Periodo analizado:	3.23 horas.
Numero de transacciones durante el periodo:	7.
Frecuencia de transacciones (trans./hora):	2.16 trans./hora
E. OBSERVACIONES.	

Parámetros considerados	Descripción	Observaciones
Error de la entrega	() Material entregado diferente solicitado	
	() Calidad en la entrega diferente al solicitado	
	() Cantidades en facturas incompletas	
	() Otros	
Actitud tomada al momento de error en la entrega	() Pidió informaciones sobre el hecho	
	() Recibió el lote y comunico el error	
	() No recibió el material	
	() Otro	
Descripción resumida de la transacción realizada	Durante el periodo analizado (3 horas), no se presentaron errores en la entrega de materiales.	

Indicador: EM = 0 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: PM	
Clasificación del indicador:	Uso de recursos materiales
Nombre del indicador:	Perdida de materiales (Piedra Bola)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA A.
Obra:	Construcción de la vía Lagarto-Pizares 35 km.
Localización:	Esmeraldas
Fecha:	08-07-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$PM = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100$ (%)
C real = <i>Consumo Real</i> .- Cantidad de material realmente gastado para ejecutar un trabajo	
C teor = <i>Consumo teórico</i> .- Cantidad de material teóricamente necesaria para la ejecución de un trabajo, obtenida del proyecto	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Material:	Piedra Bola
Fecha de inicio de la medición:	08-07-2009
Fecha de terminación de la medición:	08-07-2009

Identificación del material	Consumo Real (m³)	Consumo Teórico (m³)
Piedra Bola < a 3 pulgadas	74.5	72
Sumatoria	74.5	72

Indicador: PM = 3.47%

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR.		Código: I prod. E
Clasificación del indicador:	Procesos de producción	
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (subdrén- excavación)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.		
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA A.	
Obra:	Construcción de la vía Lagarto-Pizares 35 km.	
Localización:	Esmeraldas	
Fecha:	08-07-2009	
C. CRITERIOS PROPUESTOS.		
Formula:	$I_{prod} = \frac{HH}{Q_{serv}}$	Unidad: HH/m ³
<p>HH = <i>horas – hombre.</i>- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para subdrén, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>$Q_{serv} =$ <i>Cantidad de servicio producido (m³).</i></p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para la excavación es: 1.27 horas</p> <p>Excavación: 72 m³</p>		
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.		
PRODUCCION DE SUBDREN (EXCAVACION)		
Tipo de Subdrén:	Subdrén francés (100m.)	
Fecha de inicio de la medición:	08-07-2009	
Fecha de terminación de la medición:	08-07-2009	
Total horas medidas:	1.27 horas.	
Equipo utilizado:	Retroexcavadora	

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
Maquinista 1+ 1 Maestro Mayor	72	1.27	0.018

Indicador: I prod. E = 0.018 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod G

Clasificación del indicador: Procesos de producción
Nombre del indicador: Productividad por servicio (subdrén- geotextil)

B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA A.
Obra: Construcción de la vía Lagarto-Pizares 35 km.
Localización: Esmeraldas
Fecha: 08-07-2009

C. CRITERIOS PROPUESTOS.

Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m²

HH = *horas – hombre*.- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.

Para subdrén, el tiempo que se demora en realizarlo.

$Q serv =$ Cantidad de servicio producido (m²).

Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.

El ciclo de producción para la colocación de geotextil es: 1.2 horas

Geotextil: 400 m²

D. PROCESAMIENTO DE DATOS.

PRODUCCION DE SUBDREN (GEOTEXTIL)

Tipo de Subdrén: Subdrén francés (100m.)
Fecha de inicio de la medición: 08-07-2009
Fecha de terminación de la medición: 08-07-2009
Total horas medidas: 1.2 horas.

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
2 Peones	400	1.2	0.003

Indicador: I prod. G = 0.003 HH/m²

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod MF

Clasificación del indicador: Procesos de producción

Nombre del indicador: Productividad por servicio (subdrén- material filtrante)

B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA A.

Obra: Construcción de la vía Lagarto-Pizares 35 km.

Localización: Esmeraldas

Fecha: 08-07-2009

C. CRITERIOS PROPUESTOS.

Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m³

HH = *horas – hombre.*- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.

Para subdrén, el tiempo que se demora en realizarlo.

$Q serv =$ Cantidad de servicio producido (m³).

Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.

El ciclo de producción para material filtrante es: 1.25 horas

Material filtrante: 72 m³

D. PROCESAMIENTO DE DATOS.

PRODUCCION DE SUBDREN (MATERIAL FILTRANTE)

Tipo de Subdrén: Subdrén francés (100m.)

Fecha de inicio de la medición: 08-07-2009

Fecha de terminación de la medición: 08-07-2009

Total horas medidas: 1.25 horas.

Equipo utilizado: Mini cargador.

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
Maquinista 2 + 1 Peón	72	1.25	0.017

Indicador: I prod. MF = 0.017 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: TP-TA-TI

Clasificación del indicador: Procesos de producción

Nombre del indicador: Tiempos productivos, auxiliares e improductivos

B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA A.

Obra: Construcción de la vía Lagarto-Pizares 35 km.

Localización: Esmeraldas

Fecha: 08-07-2009

C. CRITERIOS PROPUESTOS.

Formula: $TP = \frac{CTP}{NOT} \times 100$

$TA = \frac{CTA}{NOT} \times 100$ Unidad: %

$TI = \frac{CTI}{NOT} \times 100$

CTP = *Cantidades de tiempo productivas.*- tiempo aplicado a la ejecución de actividades que agreguen valor agregado al producto.

CTA = *Cantidades de tiempo en actividades auxiliares.*- reúne a las actividades que a pesar de no agregar valor de manera directa al producto final, son necesarias para la ejecución del servicio.

CTI = *Cantidades de tiempos de actividades improductivas.*- aquellas que no generan ningún beneficio al producto, ya sea por falta de dominio del proceso (evitables) por causas imprevistas (inevitables), o por inactividad de los trabajadores (ociosos); que no agreguen valor al producto.

D. PROCESAMIENTO DE DATOS.

Servicio medido: Subdrén

Metros lineales de construcción (m): 100

Aspectos a considerar	Maquinaria y Albañilería		
	Descripción: Construcción de subdrén		
Cuadrilla	(1) Maestro Mayor (2) Maquinista (2) Peón		(5) Total
Tipo mano de obra contratada	() Ocasional	(x) Permanente	
Forma de contratar los servicios	() Por hora	(x) Por tarea	

	Tiempo Productivo												
Tiempo (min)	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195
Maquinista 1		1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1
Maquinista 2									2	2	2	2	
Maestro Mayor													
2 Peones					3	3	3	3					4

	Tiempo Improductivo												
Tiempo (min)	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195
Maquinista 1						6							
Maquinista 2	5	5	5	5	5	5	5						6
Maestro Mayor	6												
2 Peones	5	5	5	5					5	5	6	6	

Trabajador	Tiempo Auxiliar												
	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195
Maquinista 1	7												
Maquinista 2								7					
Maestro Mayor		8	8	8	8	9	8	8	8	8	8	8	8
2 Peones													

	Tiempo Productivo	Tiempo Improductivo	Tiempo Auxiliar
Actividades	1.- Excavación	5.- Inactivo seguridad	7.- Preparac. Maquina
	2.- coloc. material filtrante	6.- Inactivo sin motivo	8.- Guía a maquinista1
	3.- coloc. de geotextil		9.- Guía a peones
	4.- Cubrir material filtrante		

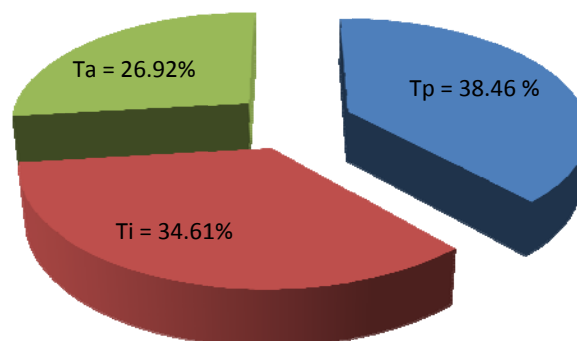
Porcentajes de Tiempos (%)	Productivos	Improductivos	Auxiliares
Maquinista 1	84.62	7.69	7.69
Maquinista 2	30.77	61.54	7.69
Maestro Mayor	0	7.69	92.31
2 Peones	38.46	61.54	0
CUADRILLA	38.46	34.61	26.92

Indicadores: TP= 38.46 %

Indicadores: TA= 26.92%

Indicadores: TI= 34.61%

Porcentajes de tiempos



Alcantarillas. La medición de este rubro se llevó a cabo en la localidad de Latacunga, en la provincia de Cotopaxi. La construcción de este sistema de alcantarillado fue con tubería de acero corrugado de 1m de diámetro, según especificaciones dadas por el contratante.

Para la medición de este rubro se ha tomado en cuenta los siguientes indicadores:

- Índice de errores en la entrega de materiales
- Pérdida de materiales
- Productividad por servicio
- Tiempos productivos auxiliares e improductivos
- Densidad de muros
- Relación volumen de concreto y área construida

Indicador	Factores asociados	Fórmula	Parámetro
Índice de errores en la entrega de materiales	Error de la entrega. Actitud tomada al momento de error en la entrega. Descripción resumida de la transacción realizada	$EM = \frac{\sum NE}{\sum NT} \times 100$ (%)	0 – 10 % por retraso en entrega del material solicitado 10 – 20 % por cambio de especificaciones
Pérdida de materiales	Identificación del material. Consumo real (m ³) Consumo teórico (m ³)	$PM = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100$	1-15% en material compactado, (arena, material filtrante, etc.)
Productividad por servicio	Volumen Área Tiempo Producción	$I_{prod} = \frac{HH}{Q_{serv}}$	- 0 al 0.030 excavación en alcantarilla tomando en cuenta la ubicación de tubos, etc. - 0.3 al 0.60 colocación y armado de tubería - 0.015 al 0.025 relleno con compactada - 0.05 al 0.2 armada encofrado para cabezales - 0.01 al 0.1 colocación encofrado - 0.8 al 1.2 elaboración hormigón replantillo 2 obreros - 0.8 al 1.2 colocación hormigón replantillo - 0.1 al 0.5 colocación de hormigón en muros con vibrado y bomba

<p>Tiempos productivos auxiliares e improductivos</p>	<p>Tiempos Productivos Tiempos Improductivos Tiempos Auxiliares</p>	$TP = \frac{CTP}{NOT} \times 100$ $TA = \frac{CTA}{NOT} \times 100$ $TI = \frac{CTI}{NOT} \times 100$ <p>(%)</p>	<p>TP 80 – 100% TA 0% TI 0-20% No existe tiempo auxiliar ya que se prevé la cuadrilla con la cual se trabaja y la hora a la que entra cada trabajador</p>
<p>Densidad de muros</p>	<p>Dimensión de muros Área de construcción(muro, replantillo) Perímetro del muro Perímetro de replantillo Número total de cabezales</p>	$DC = \frac{AM}{ARe} \times 100$	<p>10 – 15% rango aceptable en densidad de muros para cabezales y sumideros.</p>
<p>Relación volumen de concreto y área construida</p>	<p>Volumen de concreto en muro y replantillo Área de construcción (muro y replantillo)</p>	$RV_{conc} = \frac{V_{concreto}}{At}$	<p>dependiendo del tipo de construcción el rango varía, para muros en cabezales el rango es de 0.1 – 0.3, tomando en cuenta el volumen y área de replantillo</p>

Planillas propuestas para medición de indicadores (alcantarilla).

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: EM	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Índice de errores en la entrega del material
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	26-08-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$EM = \frac{\sum NE}{\sum NT} \times 100$ (%)
NE = <i>Número de errores en la entrega del material.</i> - Son considerados errores en la entrega de materiales:	
a. Retraso en la entrega de los materiales (más de un día).	
b. Falta de documentos de respaldo donde se pueda comprobar las cantidades y especificaciones de los ítems.	
c. Diferencias existentes entre la cantidad o especificaciones del material que consta en la factura (o cualquier otro documento correspondiente) y el material efectivamente entregado en la obra.	
NT = <i>Número de transacciones (compras) realizadas.</i> - corresponde al número de compras realizadas en un periodo determinado.	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Datos del proyecto.	
Fecha de inicio de obra:	
Fecha de inicio de la medición:	26-08-2009
Fecha de terminación de la medición:	31-08-2009
Periodo analizado:	5.7 días. (45.35 h)
Numero de transacciones durante el periodo:	6.
Frecuencia de transacciones (trans./día):	1.05 trans./día

E. OBSERVACIONES.		
Parámetros considerados	Descripción	Observaciones
Error de la entrega	() Material entregado diferente solicitado	
	() Calidad en la entrega diferente al solicitado	
	() Cantidades en facturas incompletas	
	() Otros	
Actitud tomada al momento de error en la entrega	() Pidió informaciones sobre el hecho	
	() Recibió el lote y comunico el error	
	() No recibió el material	
	() Otro	
Descripción resumida de la transacción realizada	Durante el periodo analizado (4 días), no se presentaron errores en la entrega de materiales.	

Indicador: EM = 0 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: PMa	
Clasificación del indicador:	Uso de recursos materiales
Nombre del indicador:	Perdida de materiales (Arena para cabezales)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	26-08-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$PMa = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100 \quad (\%)$
	C real = <i>Consumo Real</i> .- Cantidad de material realmente gastado para ejecutar un trabajo
	C teor = <i>Consumo teórico</i> .- Cantidad de material teóricamente necesaria para la ejecución de un trabajo, obtenida del proyecto
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Material:	Arena
Fecha de inicio de la medición:	26-08-2009
Fecha de terminación de la medición:	31-08-2009

Identificación del material	Consumo Real (m³)	Consumo Teórico (m³)
Arena	3.1	2.72
Sumatoria	3.1	2.72

Indicador: P_{Ma} = 13.97 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: PMr	
Clasificación del indicador:	Uso de recursos materiales
Nombre del indicador:	Perdida de materiales (Ripio para cabezales)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	26-08-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$PMr = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100 \quad (\%)$
	C real = <i>Consumo Real</i> .- Cantidad de material realmente gastado para ejecutar un trabajo
	C teor = <i>Consumo teórico</i> .- Cantidad de material teóricamente necesaria para la ejecución de un trabajo, obtenida del proyecto
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Material:	Ripio
Fecha de inicio de la medición:	26-08-2009
Fecha de terminación de la medición:	31-08-2009

Identificación del material	Consumo Real (m³)	Consumo Teórico (m³)
Ripio	4.66	4.08
Sumatoria	4.66	4.08

Indicador: PMr = 14.2 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: PMc	
Clasificación del indicador:	Uso de recursos materiales
Nombre del indicador:	Perdida de materiales (Cemento para cabezales)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	26-08-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$PMc = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100 \quad (%)$
	<i>C real = Consumo Real.</i> - Cantidad de material realmente gastado para ejecutar un trabajo
	<i>C teor = Consumo teórico.</i> - Cantidad de material teóricamente necesaria para la ejecución de un trabajo, obtenida del proyecto
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Material:	Cemento
Fecha de inicio de la medición:	26-08-2009
Fecha de terminación de la medición:	31-08-2009

Identificación del material	Consumo Real (m³)	Consumo Teórico (m³)
Cemento	1.82	1.6
Sumatoria	1.82	1.6

Indicador: PMc= 13.8 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: PMH	
Clasificación del indicador:	Uso de recursos materiales
Nombre del indicador:	Perdida de materiales (Hormigón para cabezales)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	26-08-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$PMH = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100$ (%)
	<i>C real = Consumo Real.</i> - Cantidad de material realmente gastado para ejecutar un trabajo
	<i>C teor = Consumo teórico.</i> - Cantidad de material teóricamente necesaria para la ejecución de un trabajo, obtenida del proyecto
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Material:	Hormigón
Fecha de inicio de la medición:	26-08-2009
Fecha de terminación de la medición:	31-08-2009

Identificación del material	Consumo Real (m³)	Consumo Teórico (m³)
Hormigón	9.57	8.39
Sumatoria	9.57	8.39

Indicador: PMH = 14.06 %

La fundición de los cabezales se realizo con una dosificación 1:2:3, para obtener una resistencia de 210 Kg/cm²

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod E	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (alcantarilla-excavación)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	26-08-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$I prod = \frac{HH}{Q serv}$
	Unidad: HH/m ³
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para excavación, el tiempo que se demora en realizarlo.	
Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³)</i> .	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para excavación es: 17.91 horas	
Excavación: 71.37 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE ALCANTARILLA (EXCAVACION)	
Tipo de alcantarilla:	Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición:	26-08-2009
Fecha de terminación de la medición:	31-08-2009
Total horas medidas:	17.91 horas.
Maquinaria utilizada:	Excavadora

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
1 Maquinista	66.41	14.58	0.22
1 Albañil	0.98	3.33	3.40
1 Peón	3	14.58	4.86
1 Peón	0.98	3.33	3.40

$$\mathbf{I \text{ prod. E} = (0.22+3.40+4.86+3.40)/4=2.97}$$

Indicador: I prod. E = 2.97 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod T

Clasificación del indicador: Procesos de producción

Nombre del indicador: Productividad por servicio (alcantarilla-tubería)

B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA B.
Obra: vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura-
alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km)
Abscisa 5+162.

Localización: Cotopaxi
Fecha: 26-08-2009

C. CRITERIOS PROPUESTOS.

Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m

HH = *horas – hombre*.- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.

Para colocación de tubería, el tiempo que se demora en realizarlo.

$Q serv =$ Cantidad de servicio producido (m).

Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.

El ciclo de producción para colocación de tubería es: 12.67 horas

Colocación de tubería: 12.5 m

D. PROCESAMIENTO DE DATOS.

PRODUCCION DE ALCANTARILLA (TUBERIA)

Tipo de alcantarilla:	Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición:	26-08-2009
Fecha de terminación de la medición:	31-08-2009
Total horas medidas:	12.67 horas.
Maquinaria utilizada:	Excavadora

CUADRILLA	LONGITUD (m)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m)
1 Maquinista	12.5	5.85	0.47
2 Albañiles	12.5	12.67	1.01
2 Peones	12.5	12.67	1.01

$$\mathbf{I \text{ prod. T} = (0.47+1.01+1.01)/3=0.83}$$

Indicador: I prod. T = 0.83 HH/m

MEDICION DE INDICADORES

<p>A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod R</p> <p>Clasificación del indicador: Procesos de producción</p> <p>Nombre del indicador: Productividad por servicio (alcantarilla-relleno)</p>	
<p>B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.</p> <p>Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA B.</p> <p>Obra: vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.</p> <p>Localización: Cotopaxi</p> <p>Fecha: 26-08-2009</p>	
<p>C. CRITERIOS PROPUESTOS.</p> <p>Formula: $I\ prod = \frac{HH}{Q\ serv}$ Unidad: HH/m³</p> <p>HH = <i>horas – hombre</i>.- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para relleno, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³)</i>.</p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para relleno es: 7.8 horas</p> <p>Relleno: 61.56 m³</p>	
<p>D. PROCESAMIENTO DE DATOS.</p> <p style="text-align: center;">PRODUCCION DE ALCANTARILLA (RELLENO)</p> <p>Tipo de alcantarilla: Tubo de acero corrugado</p> <p>Fecha de inicio de la medición: 26-08-2009</p> <p>Fecha de terminación de la medición: 31-08-2009</p> <p>Total horas medidas: 7.8 horas.</p> <p>Maquinaria utilizada: Excavadora</p>	

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
1 Maquinista	61.56	7.8	0.13

Indicador: I prod. R = 0.13 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod AE

Clasificación del indicador: Procesos de producción

Nombre del indicador: Productividad por servicio (alcantarilla- armado encofrado cabezal)

B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA B.

Obra: vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura-
alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km)
Abscisa 5+162.

Localización: Cotopaxi

Fecha: 26-08-2009

C. CRITERIOS PROPUESTOS.

Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m²

HH = *horas – hombre*.- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.

Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.

$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^2)$.

Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.

El ciclo de producción para armado de encofrado de cabezales es: 7.33 horas

Encofrado: 26.58 m²

D. PROCESAMIENTO DE DATOS.

PRODUCCION DE ALCANTARILLA (ARMADO DE ENCONFRADO)

Tipo de alcantarilla: Tubo de acero corrugado

Fecha de inicio de la medición: 26-08-2009

Fecha de terminación de la medición: 31-08-2009

Total horas medidas: 7.33 horas.

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
1 Albañil	9.875	7.33	0.74
1 Albañil	9.875	7.33	0.74
1 Peón	3.415	3	1.14
1 Peón	3.415	3	1.14

$$\mathbf{I \text{ prod. AE} = (0.74+0.74+1.14+1.14)/4=0.94}$$

Indicador: I prod. AE = 0.94 HH/m²

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod CE

Clasificación del indicador: Procesos de producción

Nombre del indicador: Productividad por servicio (alcantarilla- colocación encofrado cabezal)

B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA B.

Obra: vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura-
alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km)
Abscisa 5+162.

Localización: Cotopaxi

Fecha: 26-08-2009

C. CRITERIOS PROPUESTOS.

Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m²

HH = *horas – hombre*.- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.

Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.

$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^2)$.

Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.

El ciclo de producción para colocación de encofrado de cabezales es: 1.33 horas

Encofrado: 26.58 m²

D. PROCESAMIENTO DE DATOS.

PRODUCCION DE ALCANTARILLA (COLOCACION DE ENCONFRADO)

Tipo de alcantarilla: Tubo de acero corrugado

Fecha de inicio de la medición: 26-08-2009

Fecha de terminación de la medición: 31-08-2009

Total horas medidas: 1.33 horas.

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
2 Albañiles	26.58	1.33	0.05

Indicador: I prod. CE = 0.05 HH/m²

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod EH	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (alcantarilla-elaboración de hormigón para replantillo)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	26-08-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ³
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.	
Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³)</i> .	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para elaboración de hormigón para replantillo: 0.83 horas Hormigón: 0.784 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE ALCANTARILLA (ELABORACION DE HORMIGON)	
Tipo de alcantarilla:	Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición:	26-08-2009
Fecha de terminación de la medición:	31-08-2009
Total horas medidas:	0.83 horas.

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
2 Albañiles	0.784	0.83	1.06

Indicador: I prod. EH = 1.06 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod HR

Clasificación del indicador: Procesos de producción

Nombre del indicador: Productividad por servicio (alcantarilla- colocación Hormigón en replantillo cabezal)

B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA B.

Obra: vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura-
alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km)
Abscisa 5+162.

Localización: Cotopaxi

Fecha: 26-08-2009

C. CRITERIOS PROPUESTOS.

Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m³

HH = *horas – hombre*.- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.

Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.

$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^3)$.

Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.

El ciclo de producción para colocación de hormigón en replantillo es: 0.83 horas

Hormigón en replantillo: 0.784 m³

D. PROCESAMIENTO DE DATOS.

PRODUCCION DE ALCANTARILLA (COLOCACION DE HORMIGON EN REPLANTILLO)

Tipo de alcantarilla: Tubo de acero corrugado

Fecha de inicio de la medición: 26-08-2009

Fecha de terminación de la medición: 31-08-2009

Total horas medidas: 0.83 horas.

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
2 Albañiles + 2 peones	0.784	0.83	1.06

Indicador: I prod. HR = 1.06 HH/m²

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod HM	
Clasificación del indicador: Procesos de producción	
Nombre del indicador: Productividad por servicio (alcantarilla - colocación Hormigón para muros cabezal)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	26-08-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$I\ prod = \frac{HH}{Q\ serv}$
Unidad:	HH/m ³
<p>HH = <i>horas – hombre</i>.- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³)</i>.</p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para colocación de hormigón en muros es: 2.5 horas</p> <p>Hormigón en muros: 8.786 m³</p>	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE ALCANTARILLA (COLOCACION DE HORMIGON EN MUROS)	
Tipo de alcantarilla:	Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición:	26-08-2009
Fecha de terminación de la medición:	31-08-2009
Total horas medidas:	2.5 horas.
Maquinaria utilizada:	Mixer de 8 m ³

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
1 M mayor + 2 Albañiles + 2 peones	8.786	2.5	0.29

Indicador: I prod. HM = 0.29 HH/m²

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: TP-TA-TI	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Tiempos productivos, auxiliares e improductivos
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	26-08-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$TP = \frac{CTP}{NOT} \times 100$
	$TA = \frac{CTA}{NOT} \times 100$ Unidad: %
	$TI = \frac{CTI}{NOT} \times 100$
CTP = <i>Cantidades de tiempo productivas.</i> - tiempo aplicado a la ejecución de actividades que agreguen valor agregado al producto.	
CTA = <i>Cantidades de tiempo en actividades auxiliares.</i> - reúne a las actividades que a pesar de no agregar valor de manera directa al producto final, son necesarias para la ejecución del servicio.	
CTI = <i>Cantidades de tiempos de actividades improductivas.</i> - aquellas que no generan ningún beneficio al producto, ya sea por falta de dominio del proceso (evitables) por causas imprevistas (inevitables), o por inactividad de los trabajadores (ociosos); que no agreguen valor al producto.	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Servicio medido:	Alcantarilla
Longitud de la calle (m):	12
Volumen de excavación (m ³):	71.37
Volumen de hormigón (m ³):	9.57
Longitud de tubería (m):	12.5

Aspectos a considerar	Maquinaria y Albañilería		
	Descripción: Construcción de alcantarilla		
Cuadrilla	(1) Maestro Mayor (1) Maquinista (2) Peón (2) Albañiles		(6) Total
Tipo mano de obra contratada	() Ocasional	(x) Permanente	
Forma de contratar los servicios	() Por hora	(x) Por tarea	

	Tiempo Productivo	Tiempo Improductivo	Tiempo Auxiliar
Actividades	1.- Armado de tubería	10.- Inactivo seguridad	12.- Prepa. Maquina
	2.- Excavación y cama de arena	11.- Inactivo sin motivo	13.- Guía maquinista
	3.- Colocac. de tubería		14.- Guía a peones
	4.- Relleno y compactación		
	5.- Armado encofrado		
	6.- Coloc. Encofrado		
	7.- Elaboración hormigón para replantillo		
	8.- Coloc. Hormigón replantillo		
	9.- Coloc. Hormigón muros		

Tiempos productivos, improductivos y auxiliares

	DIA 1				DIA 2				DIA 3				DIA 4				
Tiempos (min)	120	240	360	480	600	720	840	960	1080	1200	1320	1440	1560	1680	1800	1920	
Maestro Mayor	11	14	14	11	14	14	11	11	13	11	14	14	14	11	11	11	11
Maquinista	12	1	2	11	12	2	2	11	12	3	11	1	12	4	4	4	4
Albaniil 1	1	1	1	11	11	11	11	11	11	3	3	1	3	11	11	11	11
Albaniil 2	13	13	11	11	11	11	11	11	3	3	3	1	3	11	11	11	11
Peón 1	1	1	1	11	13	11	13	11	11	13	3	13	3	13	13	13	13
Peón 2	1	1	1	11	11	11	11	11	3	3	3	1	3	11	11	11	11

Tiempos productivos, improductivos y auxiliares

DIA 5					5.6 HORAS			
2040	2160	2280	2400	2520	2640	2760		
11	13	11	11	11	11	9		
4	4	11	11	11	11	11		
11	5	5	5	6	8	9		
11	5	5	11	6	8	9		
13	5	5	5	7	8	9		
11	5	5	11	7	8	9		

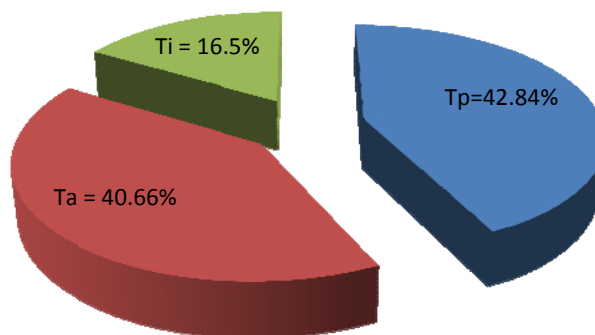
Porcentajes de Tiempos (%)	Productivos	Improductivos	Auxiliares
Maestro Mayor	4.3	56.55	39.15
Maquinista	48.4	35.2	16.4
Albañil 1	56.52	43.48	0
Albañil 2	43.45	47.85	8.7
Peón 1	47.85	17.39	34.8
Peón 2	56.52	43.48	0
Cuadrilla	42.84	40.66	16.5

Indicadores: TP= 42.84 %

Indicadores: TA= 40.66%

Indicadores: TI= 16.5%

Porcentaje de tiempos



MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR.		Código: DP
Clasificación del indicador:	Procesos de Producción	
Nombre del indicador:	Densidad de muros	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.		
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.	
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.	
Localización:	Cotopaxi	
Fecha:	26-08-2009	
C. CRITERIOS PROPUESTOS.		
Formula:	$DP = \frac{AM}{ARe}$	unidad: %
<i>AM = área de proyección de paredes internas y externas del muro.- la que resulta de la multiplicación del perímetro de las paredes medidos en el cabezal y el espesor de cada muro.</i>		
<i>Ar = área del replantillo.- medida en planta por la cara externa de los muros</i>		
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.		
Datos del proyecto. (Para 2 cabezales)		
Dimensiones replantillo (1° cabezal):	Largo(m): <u>1.4</u>	Ancho(m): <u>1.4</u> Altura(m): <u>0.2</u>
Dimensiones replantillo (2° cabezal):	Largo(m): <u>1.4</u>	Ancho(m): <u>1.4</u> Altura(m): <u>0.2</u>
Dimensiones 4 muros int. (1° cabezal):	Largo (m): <u>0.8</u>	Ancho(m): <u>0.3</u> Altura(m): <u>3.3</u>
Dimensiones 4 muros ext (1° cabezal):	Largo (m): <u>1.4</u>	Ancho(m): <u>0.3</u> Altura(m): <u>3.3</u>
Dimensiones 4 muros int. (2° cabezal):	Largo (m): <u>0.8</u>	Ancho(m): <u>0.3</u> Altura(m): <u>3.1</u>
Dimensiones 4 muros ext (2° cabezal):	Largo (m): <u>1.4</u>	Ancho(m): <u>0.3</u> Altura(m): <u>3.1</u>
No. Total de muros:	8	
Para 2 cabezales:		
A replantillo (m²):	<u>3.92</u>	
A de 8 muros (m²):	<u>56.32</u>	
A total de construcción (m²):	<u>60.24</u>	
Perímetro de muros PM (m):	<u>137.6</u>	

No. tramo	Perímetro (m)	Espesor (m)	Ap. int (m ²)	Perímetro (m)	Espesor (m)	Ap. ext. (m ²)
1	8.2	0.3	2.46	9.4	0.3	2.82
2	8.2	0.3	2.46	9.4	0.3	2.82
3	8.2	0.3	2.46	9.4	0.3	2.82
4	8.2	0.3	2.46	9.4	0.3	2.82
5	7.8	0.3	2.34	9	0.3	2.7
6	7.8	0.3	2.34	9	0.3	2.7
7	7.8	0.3	2.34	9	0.3	2.7
8	7.8	0.3	2.34	9	0.3	2.7

Sumatorio Ap.i = 19.20

Sumatorio Ap.e = 22.08

$$\text{Ap. (m}^2\text{)} = 41.28$$

$$\text{DP} = 41.28/3.92 = 10.53\%$$

Indicador: DP = 10.53 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR.		Código: I conc.												
Clasificación del indicador:	Procesos de Producción													
Nombre del indicador:	Relación volumen de concreto y área construida													
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.														
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.													
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.													
Localización:	Cotopaxi													
Fecha:	26-08-2009													
C. CRITERIOS PROPUESTOS.														
Formula:	$I_{conc} = \frac{V_{conc}}{A_t}$													
	V conc. = <i>volumen de concreto</i> .- dato obtenido en el proyecto, incluye volumen del replantillo.													
	A _t = <i>área total de construcción</i> .- medido en planos del proyecto													
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.														
Datos del proyecto.	A _t (m ²) = 60.24													
Tiene sistema de paredes portantes:	si <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/>													
Marcar con una X:														
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">Tipo de concreto</th> <th style="padding: 5px;">Replantillo</th> <th style="padding: 5px;">Muros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Concreto mezclado en sitio</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">X</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Concreto pre-mezclado</td> <td></td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">X</td> </tr> </tbody> </table>			Tipo de concreto	Replantillo	Muros	Concreto mezclado en sitio	X		Concreto pre-mezclado		X			
Tipo de concreto	Replantillo	Muros												
Concreto mezclado en sitio	X													
Concreto pre-mezclado		X												
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">ELEMENTO</th> <th style="padding: 5px;">f'c</th> <th style="padding: 5px;">Volumen de concreto (m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">REPLANTILLO</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">210</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">0.784</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">MUROS</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">210</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">8.786</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right; padding: 5px;">TOTAL:</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">9.57 m³</td> </tr> </tbody> </table>			ELEMENTO	f'c	Volumen de concreto (m ³)	REPLANTILLO	210	0.784	MUROS	210	8.786	TOTAL:		9.57 m ³
ELEMENTO	f'c	Volumen de concreto (m ³)												
REPLANTILLO	210	0.784												
MUROS	210	8.786												
TOTAL:		9.57 m ³												
Indicador: I conc. = 0.159 (m³/m²)														

Cuneta de coronación. La medición de este rubro se llevó a cabo en la localidad de Ambato – Rio Blanco en la provincia de Tungurahua. La construcción de este sistema de drenaje fue una cuneta tipo triangular con una sección típica de 0.25 m², (1m * 0.5m hasta el nivel respectivo del fondo) y longitud de 28 m.

Para la medición de este rubro se ha tomado en cuenta los siguientes indicadores:

- Productividad por servicio
- Tiempos productivos, auxiliares e improductivos

Indicador	Factores asociados	Fórmula	Parámetro de Comparación
Productividad por servicio	Volumen Tiempo Producción	$I_{prod} = \frac{HH}{Q_{serv}}$	0.07 a 0.1 para excavación manual, en suelos impermeables (roca, Cangagua), tomando en cuenta que 1 trabajador hace 1 m ³ en un rango de tiempo de 6 a 8 horas laborales para este tipo de suelo
Tiempos productivos auxiliares e improductivos	Tiempos Productivos Tiempos Improductivos Tiempos Auxiliares	$TP = \frac{CTP}{NOT} \times 100$ $TA = \frac{CTA}{NOT} \times 100$ $TI = \frac{CTI}{NOT} \times 100$ (%)	TP 80 – 100% TA 0% TI 0-20% No existe tiempo auxiliar ya que se prevé la cuadrilla con la cual se trabaja, y la hora de entrada de cada trabajador

Planillas propuestas para medición de indicadores (c. coronación.)

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod. E	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (c. coronación- excavación)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA C.
Obra:	Construcción de cuneta vía Ambato – Rio blanco
Localización:	Tungurahua
Fecha:	03-09-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$I_{prod} = \frac{HH}{Q_{serv}}$ Unidad: HH/m ³
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para cuneta de coronación, el tiempo que se demora en realizarlo.	
Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³)</i> .	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para la excavación es: 8 horas	
Excavación: 7 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE C. CORONACION (EXCAVACION)	
Tipo de drenaje:	C. coronación (28 m.)
Fecha de inicio de la medición:	03-09-2009
Fecha de terminación de la medición:	03-09-2009
Total horas medidas:	8.
Equipo utilizado:	Manual

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
1 Maestro Mayor + 9 peones	7	8	1.14

$$\mathbf{I \text{ prod. E} = 1.14/10 = 0.114 \text{ HH/m}^3}$$

Indicador: I prod. E = 0.114 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: TP-TA-TI

Clasificación del indicador: Procesos de producción

Nombre del indicador: Tiempos productivos, auxiliares e improductivos

B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA C.

Obra: Construcción de cuneta vía Ambato – Rio blanco

Localización: Tungurahua

Fecha: 03-09-2009

C. CRITERIOS PROPUESTOS.

Formula: $TP = \frac{CTP}{NOT} \times 100$

$TA = \frac{CTA}{NOT} \times 100$ Unidad: %

$TI = \frac{CTI}{NOT} \times 100$

CTP = *Cantidades de tiempo productivas.*- tiempo aplicado a la ejecución de actividades que agreguen valor agregado al producto.

CTA = *Cantidades de tiempo en actividades auxiliares.*- reúne a las actividades que a pesar de no agregar valor de manera directa al producto final, son necesarias para la ejecución del servicio.

CTI = *Cantidades de tiempos de actividades improductivas.*- aquellas que no generan ningún beneficio al producto, ya sea por falta de dominio del proceso (evitables) por causas imprevistas (inevitables), o por inactividad de los trabajadores (ociosos); que no agreguen valor al producto.

D. PROCESAMIENTO DE DATOS.

Servicio medido: C. de coronación

Metros lineales de construcción (m): 28

Aspectos a considerar	Maquinaria y Albañilería		
	Descripción: Construcción de c. coronación.		
Cuadrilla	(1) Maestro Mayor (0) Maquinista (9) Peón		(10) Total
Tipo mano de obra contratada	() Ocasional	(x) Permanente	
Forma de contratar los servicios	() Por hora	(x) Por tarea	

Tiempo Productivo, Improductivo, Auxiliar											
Tiempo (min)	45	90	135	180	225	270	315	360	405	450	495
Maestro Mayor	1	1	2	4	4	4	2	1	2	4	4
Peón 1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1	2
Peón 2	1	1	1	1	1	2	3	1	1	2	2
Peón 3	1	1	1	1	2	3	2	3	1	2	1
Peón 4	1	1	1	1	3	3	1	2	2	3	2
Peón 5	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1
Peón 6	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2
Peón 7	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1
Peón 8	1	1	1	1	1	2	2	3	1	1	1
Peón 9	1	1	1	1	1	2	3	2	1	1	1
	Tiempo Productivo			Tiempo Improductivo				Tiempo Auxiliar			
Actividades	1.- Excavación			2.- Inactivo sin motivo				3.- Arreglo herramientas			
								4.- Guía a peones			

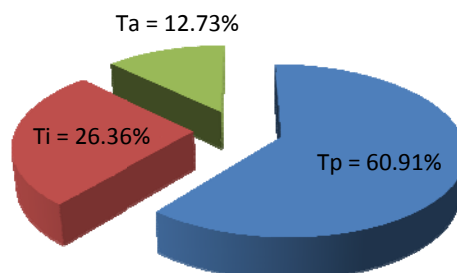
Porcentajes de Tiempos (%)	Productivos	Improductivos	Auxiliares
Maestro Mayor	27.27	27.27	45.45
Peón 1	72.72	18.18	9.09
Peón 2	63.64	27.27	9.09
Peón 3	54.55	27.27	18.18
Peón 4	45.45	27.27	27.27
Peón 5	54.55	45.45	0
Peón 6	63.64	36.36	0
Peón 7	81.82	18.18	0
Peón 8	72.72	18.18	9.09
Peón 9	72.72	18.18	9.09
CUADRILLA	60.91	26.36	12.73

Indicadores: TP= 60.91 %

Indicadores: TA= 12.73%

Indicadores: TI= 26.36%

Procentaje de tiempos



Cunetas Laterales. La medición de este rubro se llevó a cabo en la localidad de Mocache, en la provincia de Los Ríos. La construcción de este sistema de drenaje fue con revestimiento de hormigón de 180 Kg/cm^2 , de acuerdo al diseño hidráulico según especificaciones dadas por el contratante.

Para la medición de este rubro se ha tomado en cuenta los siguientes indicadores:

- Índice de errores en la entrega de materiales
- Pérdida de materiales
- Productividad por servicio
- Tiempos productivos auxiliares e improductivos
- Relación volumen de concreto y área construida

Indicador	Factores asociados	Fórmula	Parámetro de Comparación
Índice de errores en la entrega de materiales	Error de la entrega. Actitud tomada al momento de error en la entrega. Descripción resumida de la transacción realizada	$EM = \frac{\sum NE}{\sum NT} \times 100$ (%)	0 – 10 % por retraso en entrega del material solicitado 10 – 20 % por cambio de especificaciones
Pérdida de materiales	Identificación del material. Consumo real (m ³) Consumo teórico (m ³)	$PM = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100$	1-15% en material compactado, (arena, material filtrante, etc.)
Productividad por servicio	Volumen Área Tiempo Producción	$I_{prod} = \frac{HH}{Q_{serv}}$	- 0.7 a 1 para excavación manual, En sub-base - 0.05 a 0.2 armado encofrado para espaldar - 0.4 a 0.9 armado y colocación de encofrado para juntas - 0.01 a 0.1 colocación encofrado - 0.5 a 1 elaboración hormigón para cunetas con concretera - 0.8 a 1.2 colocación hormigón en replantillo y descargas para cunetas - 1.7 a 2.4 colocación de hormigón en espaldar.

<p>Tiempos productivos auxiliares e improductivos</p>	<p>Tiempos Productivos Tiempos Improductivos Tiempos Auxiliares</p>	$TP = \frac{CTP}{NOT} \times 100$ $TA = \frac{CTA}{NOT} \times 100$ $TI = \frac{CTI}{NOT} \times 100$ <p>(%)</p>	<p>TP 80 – 100% TA 0% TI 0-20% No existe tiempo auxiliar ya que se prevé la cuadrilla con la cual se trabaja y la hora a la que entra cada trabajador</p>
<p>Relación volumen de concreto y área construida</p>	<p>Volumen de concreto en muro y replantillo Área de construcción (muro y replantillo)</p>	$RV_{conc} = \frac{V_{concreto}}{At}$	<p>dependiendo del tipo de construcción el rango varía, para cunetas laterales el rango es de 0.1 – 0.3, tomando en cuenta el volumen y área total</p>

Planillas propuestas para medición de indicadores (c. lateral).

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: EM	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Índice de errores en la entrega del material
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$EM = \frac{\sum NE}{\sum NT} \times 100$ (%)
NE = <i>Número de errores en la entrega del material.</i> - Son considerados errores en la entrega de materiales:	
a. Retraso en la entrega de los materiales (más de un día).	
d. Falta de documentos de respaldo donde se pueda comprobar las cantidades y especificaciones de los ítems.	
e. Diferencias existentes entre la cantidad o especificaciones del material que consta en la factura (o cualquier otro documento correspondiente) y el material efectivamente entregado en la obra.	
NT = <i>Número de transacciones (compras) realizadas.</i> - corresponde al número de compras realizadas en un periodo determinado.	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Datos del proyecto.	
Fecha de inicio de obra:	
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009
Periodo analizado:	0.4 días (9.56 horas)
Numero de transacciones durante el periodo:	2.
Frecuencia de transacciones (trans./día):	5 trans./día
E. OBSERVACIONES.	

Parámetros considerados	Descripción	Observaciones
Error de la entrega	() Material entregado diferente solicitado	
	() Calidad en la entrega diferente al solicitado	
	() Cantidades en facturas incompletas	
	() Otros	
Actitud tomada al momento de error en la entrega	() Pidió informaciones sobre el hecho	
	() Recibió el lote y comunico el error	
	() No recibió el material	
	() Otro	
Descripción resumida de la transacción realizada	Durante el periodo analizado (4 días), no se presentaron errores en la entrega de materiales.	

Indicador: EM = 0 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: PMa	
Clasificación del indicador:	Uso de recursos materiales
Nombre del indicador:	Perdida de materiales (Arena para cuneta)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$PMa = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100 \quad (\%)$
C real = <i>Consumo Real</i> .- Cantidad de material realmente gastado para ejecutar un trabajo	
C teor = <i>Consumo teórico</i> .- Cantidad de material teóricamente necesaria para la ejecución de un trabajo, obtenida del proyecto	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Material:	Arena
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009

Identificación del material	Consumo Real (m³)	Consumo Teórico (m³)
Arena	8.31	7.29
Sumatoria	8.31	7.29

Indicador: PMA = 13.99 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: PMr	
Clasificación del indicador:	Uso de recursos materiales
Nombre del indicador:	Perdida de materiales (Ripio para Cunetas)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$PMr = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100 \quad (\%)$
C real = <i>Consumo Real</i> .- Cantidad de material realmente gastado para ejecutar un trabajo	
C teor = <i>Consumo teórico</i> .- Cantidad de material teóricamente necesaria para la ejecución de un trabajo, obtenida del proyecto	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Material:	Ripio
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009

Identificación del material	Consumo Real (m³)	Consumo Teórico (m³)
Ripio	10.98	9.72
Sumatoria	10.98	9.72

Indicador: PMr = 12.96 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: PMc	
Clasificación del indicador:	Uso de recursos materiales
Nombre del indicador:	Perdida de materiales (Cemento para cunetas)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$PMc = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100 \quad (\%)$
	<i>C real = Consumo Real.</i> - Cantidad de material realmente gastado para ejecutar un trabajo
	<i>C teor = Consumo teórico.</i> - Cantidad de material teóricamente necesaria para la ejecución de un trabajo, obtenida del proyecto
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Material:	Cemento
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009

Identificación del material	Consumo Real (m³)	Consumo Teórico (m³)
Cemento	2.79	2.43
Sumatoria	2.79	2.43

Indicador: PMc= 14.8 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: PMH	
Clasificación del indicador:	Uso de recursos materiales
Nombre del indicador:	Perdida de materiales (Hormigón para cunetas)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$PMH = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100$ (%)
C real = <i>Consumo Real</i> .- Cantidad de material realmente gastado para ejecutar un trabajo	
C teor = <i>Consumo teórico</i> .- Cantidad de material teóricamente necesaria para la ejecución de un trabajo, obtenida del proyecto	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Material:	Hormigón
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009

Identificación del material	Consumo Real (m³)	Consumo Teórico (m³)
Hormigón	17.1	15
Sumatoria	17.1	15

Indicador: PMH = 14 %

La fundición de las cunetas se realizo con una dosificación 1:3:4, para obtener una resistencia de 180 Kg/cm²

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod E Clasificación del indicador: Procesos de producción Nombre del indicador: Productividad por servicio (cuneta-excavación)											
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA D. Obra: vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha. Localización: Los Ríos Fecha: 15-10-2009											
C. CRITERIOS PROPUESTOS. Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m ³ HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto. Para excavación, el tiempo que se demora en realizarlo. Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³)</i> . Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo. El ciclo de producción para excavación es: 6 horas Excavación: 15 m ³											
D. PROCESAMIENTO DE DATOS. <div style="text-align: center;">PRODUCCION DE CUNETA (EXCAVACION)</div> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Tipo de cuneta:</td> <td>Lateral revestida</td> </tr> <tr> <td>Fecha de inicio de la medición:</td> <td>15-10-2009</td> </tr> <tr> <td>Fecha de terminación de la medición:</td> <td>16-10-2009</td> </tr> <tr> <td>Total horas medidas:</td> <td>6 horas.</td> </tr> <tr> <td>Maquinaria utilizada:</td> <td>Manual</td> </tr> </table>		Tipo de cuneta:	Lateral revestida	Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009	Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009	Total horas medidas:	6 horas.	Maquinaria utilizada:	Manual
Tipo de cuneta:	Lateral revestida										
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009										
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009										
Total horas medidas:	6 horas.										
Maquinaria utilizada:	Manual										

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
2 Peones	15	6	0.4

Indicador: I prod. E = 0.4 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod AE	
Clasificación del indicador: Procesos de producción Nombre del indicador: Productividad por servicio (cuneta- armado encofrado espaldar)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ²
HH = <i>horas – hombre.</i> - Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto. Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo. $Q serv = Cantidad de servicio producido (m^2).$ Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo. El ciclo de producción para armado de encofrado de cabezales es: 0.9 horas Encofrado: 7.5 m ²	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE CUNETAS (ARMADO DE ENCONFRADO)	
Tipo de cuneta:	Lateral revestida
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009
Total horas medidas:	0.9 horas.

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
1 Albañil	7.5	0.9	0.12

Indicador: **I prod. AE = 0.12 HH/m²**

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod CE	
Clasificación del indicador: Procesos de producción	
Nombre del indicador: Productividad por servicio (cuneta- colocación encofrado espaldar)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ²
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.	
$Q serv = Cantidad\ de\ servicio\ producido\ (m^2)$.	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para colocación de encofrado de cabezales es: 3.83 horas	
Encofrado: 45 m ²	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE CUNETA (COLOCACION DE ENCONFRADO)	
Tipo de cuneta:	Lateral revestida
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009
Total horas medidas:	3.83 horas.

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
1 Albañil	45	3.83	0.085

Indicador: I prod. CE = 0.085 HH/m²

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod AEJ Clasificación del indicador: Procesos de producción Nombre del indicador: Productividad por servicio (cuneta- armado encofrado juntas y colocación)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA D. Obra: vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha. Localización: Los Ríos Fecha: 15-10-2009	
C. CRITERIOS PROPUESTOS. Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m ² HH = <i>horas – hombre.</i> - Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto. Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo. $Q serv = Cantidad de servicio producido (m^2).$ Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo. El ciclo de producción para armado de encofrado de cabezales es: 4.13 horas Encofrado: 7.44 m ²	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS. <p style="text-align: center;">PRODUCCION DE CUNETA (ARMADO DE ENCONFRADO JUNTAS Y COLOCACION)</p> Tipo de cuneta: Lateral revestida Fecha de inicio de la medición: 15-10-2009 Fecha de terminación de la medición: 16-10-2009 Total horas medidas: 4.13 horas.	

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
1 Albañil	7.44	4.13	0.55

Indicador: I prod. AEJ = 0.55 HH/m²

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod EH	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (cuneta-elaboración de hormigón)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ³
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.	
$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^3)$.	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para elaboración de hormigón para cuneta: 7.5 horas	
Hormigón: 15 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE CUNETA (ELABORACION DE HORMIGON)	
Tipo de cuneta:	Lateral revestida
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009
Total horas medidas:	7.5 horas.

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
2 Albañiles + 2 Peón	15	7.5	0.5

Indicador: I prod. EH = 0.5 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod HE Clasificación del indicador: Procesos de producción Nombre del indicador: Productividad por servicio (cuneta- colocación Hormigón en espaldar)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA D. Obra: vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha. Localización: Los Ríos Fecha: 15-10-2009	
C. CRITERIOS PROPUESTOS. Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m ³ HH = <i>horas – hombre.</i> - Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto. Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo. Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³).</i> Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo. El ciclo de producción para colocación de hormigón en espaldar es: 8.5 horas Hormigón en espaldar: 4.5 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS. PRODUCCION DE CUNETAS (COLOCACION DE HORMIGON EN ESPALDAR) Tipo de cuneta : Lateral revestida Fecha de inicio de la medición: 15-10-2009 Fecha de terminación de la medición: 16-10-2009 Total horas medidas: 8.5 horas.	

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
4 peones	4.5	8.5	1.89

Indicador: I prod. HE = 1.89 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod HR	
Clasificación del indicador: Procesos de producción	
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (cuneta - colocación Hormigón para replantillo)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ³
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.	
$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^3)$.	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para colocación de hormigón en muros es: 8.18 horas	
Hormigón en replantillo: 10.5 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE CUNETAS (COLOCACION DE HORMIGON EN REPLANTILLO)	
Tipo de cuneta :	Lateral revestida
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009
Total horas medidas:	8.18 horas.

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
4 peones	10.5	8.18	0.78

Indicador: I prod. HR = 0.78 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod HD Clasificación del indicador: Procesos de producción Nombre del indicador: Productividad por servicio (cuneta - colocación Hormigón para descarga)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA D. Obra: vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha. Localización: Los Ríos Fecha: 15-10-2009	
C. CRITERIOS PROPUESTOS. Formula: $I\ prod = \frac{HH}{Q\ serv}$ Unidad: HH/m ³ HH = <i>horas – hombre.</i> - Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto. Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo. Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³).</i> Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo. El ciclo de producción para colocación de hormigón en muros es: 0.16 horas Hormigón en descarga: 0.2 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS. PRODUCCION DE CUNETAS (COLOCACION DE HORMIGON EN DESCARGA) Tipo de cuneta : Lateral revestida Fecha de inicio de la medición: 15-10-2009 Fecha de terminación de la medición: 16-10-2009 Total horas medidas: 0.16 horas.	

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
4 peones	0.20	0.16	0.8

Indicador: I prod. HD = 0.8 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: TP-TA-TI	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Tiempos productivos, auxiliares e improductivos
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$TP = \frac{CTP}{NOT} \times 100$
	$TA = \frac{CTA}{NOT} \times 100$ Unidad: %
	$TI = \frac{CTI}{NOT} \times 100$
<p>CTP = <i>Cantidades de tiempo productivas.</i>- tiempo aplicado a la ejecución de actividades que agreguen valor agregado al producto.</p> <p>CTA = <i>Cantidades de tiempo en actividades auxiliares.</i>- reúne a las actividades que a pesar de no agregar valor de manera directa al producto final, son necesarias para la ejecución del servicio.</p> <p>CTI = <i>Cantidades de tiempos de actividades improductivas.</i>- aquellas que no generan ningún beneficio al producto, ya sea por falta de dominio del proceso (evitables) por causas imprevistas (inevitables), o por inactividad de los trabajadores (ociosos); que no agreguen valor al producto.</p>	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Servicio medido:	Cuneta Lateral
Longitud de la cuneta (m):	150
Volumen de excavación (m ³):	15
Volumen de hormigón (m ³):	17.1
Área de encofrado (m ²):	14.94

Aspectos a considerar	Maquinaria y Albañilería		
	Descripción: Construcción de alcantarilla		
Cuadrilla	(1) Maestro Mayor (0) Maquinista (7) Peón (4) Albañiles		(12) Total
Tipo mano de obra contratada	() Ocasional	(x) Permanente	
Forma de contratar los servicios	() Por hora	(x) Por tarea	

Actividades	Tiempo Productivo	Tiempo Improductivo	Tiempo Auxiliar
	1.- Excavación	9.- Inactivo seguridad	11.- Prepa. Maquina
	2.- Armado de encofrado para espaldar 7.5 m ²	10.- Inactivo sin motivo	12.- Guía peones
	3.- Colocación de encofrado		
	4.- Armado y colocación de encofrado para juntas		
	5.- Elaboración de hormigón		
	6.- Colocación de hormigón espaldar		
	7.- Colocación hormigón replantillo		
	8.- Obras menores		

Tiempos productivos, improductivos y auxiliares

Tiempos (min)	38	76	114	152	190	228	266	304	342	380	418	456	494	532	570
Maestro Mayor	8	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Albañil 1	8	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Albañil 2	8	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Albañil 3	2	2	10	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	8
Albañil 4	4	4	4	4	4	4	4	10	5	5	5	5	5	5	5
Peón 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	7	7
Peón 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	7	7
Peón 3	8	10	10	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
Peón 4	8	10	10	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7
Peón 5	8	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Peón 6	8	10	10	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7
Peón 7	8	10	10	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7

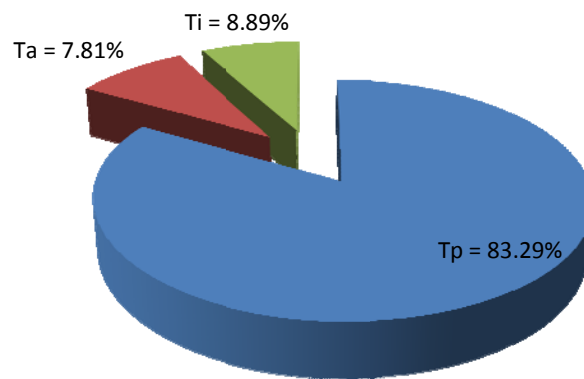
Porcentajes de Tiempos (%)	Productivos	Improductivos	Auxiliares
Maestro Mayor	6.66	0	93.33
Albañil 1	86.66	13.33	0
Albañil 2	86.66	13.33	0
Albañil 3	93.33	6.66	0
Albañil 4	93.33	6.66	0
Peón 1	100	0	0
Peón 2	100	0	0
Peón 3	86.66	13.33	0
Peón 4	86.66	13.33	0
Peón 5	86.66	13.33	0
Peón 6	86.66	13.33	0
Peón 7	86.66	13.33	0
Cuadrilla	83.29	8.89	7.81

Indicadores: TP= 83.29 %

Indicadores: TA= 7.81%

Indicadores: TI= 8.89%

Porcentaje de tiempos



MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR.		Código: I conc.												
Clasificación del indicador:	Procesos de Producción													
Nombre del indicador:	Relación volumen de concreto y área construida													
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.														
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.													
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.													
Localización:	Los Ríos													
Fecha:	15-10-2009													
C. CRITERIOS PROPUESTOS.														
Formula: $I_{conc} = \frac{V_{conc}}{A_t}$														
V conc. = <i>volumen de concreto</i> .- dato obtenido en el proyecto, incluye volumen del replantillo.														
A _t = <i>área total de construcción</i> .- medido en planos del proyecto														
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.														
Datos del proyecto.		A _t (m ²) = 150												
Tiene sistema de paredes portantes: si <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/>														
Marcar con una X:														
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">Tipo de concreto</th> <th style="padding: 5px;">Replantillo</th> <th style="padding: 5px;">Espaldar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Concreto mezclado en sitio</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">X</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">X</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Concreto pre-mezclado</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> </tbody> </table>			Tipo de concreto	Replantillo	Espaldar	Concreto mezclado en sitio	X	X	Concreto pre-mezclado					
Tipo de concreto	Replantillo	Espaldar												
Concreto mezclado en sitio	X	X												
Concreto pre-mezclado														
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">ELEMENTO</th> <th style="padding: 5px;">f'c</th> <th style="padding: 5px;">Volumen de concreto (m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">REPLANTILLO</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">180</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">10.5</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">ESPALDAR</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">180</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">4.5</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right; padding: 5px;">TOTAL:</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">15 m³</td> </tr> </tbody> </table>			ELEMENTO	f'c	Volumen de concreto (m ³)	REPLANTILLO	180	10.5	ESPALDAR	180	4.5	TOTAL:		15 m ³
ELEMENTO	f'c	Volumen de concreto (m ³)												
REPLANTILLO	180	10.5												
ESPALDAR	180	4.5												
TOTAL:		15 m ³												
Indicador: I conc. = 0.1 (m³/m²)														

2.3 Medición de la productividad de los rubros con procesos tradicionales.

Para este subcapítulo, se ha considerado las mismas planillas de productividad por servicio planteadas en el subcapítulo 2.2; para todos los rubros, ya que la productividad por servicio también es un indicador.

Subdrenes. Para la medición de productividad en este rubro se ha tomado en cuenta:

- Excavación.
- Instalación de geotextil
- Relleno con material filtrante

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR.		Código: I prod. E
Clasificación del indicador:	Procesos de producción	
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (subdrén- excavación)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.		
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA A.	
Obra:	Construcción de la vía Lagarto-Pizares 35 km.	
Localización:	Esmeraldas	
Fecha:	08-07-2009	
C. CRITERIOS PROPUESTOS.		
Formula:	$I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ³
<p>HH = <i>horas – hombre.</i>- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para subdrén, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³).</i></p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para la excavación es: 1.27 horas</p> <p>Excavación: 72 m³</p>		
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.		
PRODUCCION DE SUBDREN (EXCAVACION)		
Tipo de Subdrén:	Subdrén francés (100m.)	
Fecha de inicio de la medición:	08-07-2009	
Fecha de terminación de la medición:	08-07-2009	
Total horas medidas:	1.27 horas.	
Equipo utilizado:	Retroexcavadora	

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
Maquinista 1+ 1 Maestro Mayor	72	1.27	0.018

Indicador: I prod. E = 0.018 HH/m³

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod G

Clasificación del indicador: Procesos de producción
Nombre del indicador: Productividad por servicio (subdrén- geotextil)

B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA A.
Obra: Construcción de la vía Lagarto-Pizares 35 km.
Localización: Esmeraldas
Fecha: 08-07-2009

C. CRITERIOS PROPUESTOS.

Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m²

HH = *horas – hombre*.- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.

Para subdrén, el tiempo que se demora en realizarlo.

$Q serv =$ Cantidad de servicio producido (m²).

Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.

El ciclo de producción para la colocación de geotextil es: 1.2 horas

Geotextil: 400 m²

D. PROCESAMIENTO DE DATOS.

PRODUCCION DE SUBDREN (GEOTEXTIL)

Tipo de Subdrén: Subdrén francés (100m.)
Fecha de inicio de la medición: 08-07-2009
Fecha de terminación de la medición: 08-07-2009
Total horas medidas: 1.2 horas.

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
2 Peones	400	1.2	0.003

Indicador: I prod. G = 0.003 HH/m²

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod MF

Clasificación del indicador: Procesos de producción

Nombre del indicador: Productividad por servicio (subdrén- material filtrante)

B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA A.

Obra: Construcción de la vía Lagarto-Pizares 35 km.

Localización: Esmeraldas

Fecha: 08-07-2009

C. CRITERIOS PROPUESTOS.

Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m³

HH = *horas – hombre*.- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.

Para subdrén, el tiempo que se demora en realizarlo.

$Q serv =$ Cantidad de servicio producido (m³).

Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.

El ciclo de producción para material filtrante es: 1.25 horas

Material filtrante: 72 m³

D. PROCESAMIENTO DE DATOS.

PRODUCCION DE SUBDREN (MATERIAL FILTRANTE)

Tipo de Subdrén: Subdrén francés (100m.)

Fecha de inicio de la medición: 08-07-2009

Fecha de terminación de la medición: 08-07-2009

Total horas medidas: 1.25 horas.

Equipo utilizado: Mini cargador.

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
Maquinista 2 + 1 Peón	72	1.25	0.017

Indicador: I prod. MF = 0.017 HH/m³

Alcantarillas. Para la medición de productividad en este rubro se ha tomado en cuenta:

- Excavación en alcantarilla tomando en cuenta la ubicación de tubos, etc.
- Colocación y armado de tubería
- Relleno con compactada
- Armado de encofrado para cabezales
- Colocación de encofrado
- Elaboración hormigón para replantillo
- Colocación hormigón replantillo
- Colocación de hormigón en muros con vibrado y bomba

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

<p>A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod E</p> <p>Clasificación del indicador: Procesos de producción</p> <p>Nombre del indicador: Productividad por servicio (alcantarilla-excavación)</p>	
<p>B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.</p> <p>Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA B.</p> <p>Obra: vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.</p> <p>Localización: Cotopaxi</p> <p>Fecha: 26-08-2009</p>	
<p>C. CRITERIOS PROPUESTOS.</p> <p>Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m³</p> <p>HH = <i>horas – hombre.</i>- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para excavación, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³).</i></p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para excavación es: 17.91 horas</p> <p>Excavación: 71.37 m³</p>	
<p>D. PROCESAMIENTO DE DATOS.</p> <p style="text-align: center;">PRODUCCION DE ALCANTARILLA (EXCAVACION)</p> <p>Tipo de alcantarilla: Tubo de acero corrugado</p> <p>Fecha de inicio de la medición: 26-08-2009</p> <p>Fecha de terminación de la medición: 31-08-2009</p> <p>Total horas medidas: 17.91 horas.</p> <p>Maquinaria utilizada: Excavadora</p>	

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
1 Maquinista	66.41	14.58	0.22
1 Albañil	0.98	3.33	3.40
1 Peón	3	14.58	4.86
1 Peón	0.98	3.33	3.40

$$\mathbf{I \text{ prod. E} = (0.22+3.40+4.86+3.40)/4=2.97}$$

Indicador: I prod. E = 2.97 HH/m³

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod T	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (alcantarilla-tubería)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	26-08-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m
HH = <i>horas – hombre.</i> - Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para colocación de tubería, el tiempo que se demora en realizarlo.	
Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m).</i>	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para colocación de tubería es: 12.67 horas	
Colocación de tubería: 12.5 m	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE ALCANTARILLA (TUBERIA)	
Tipo de alcantarilla:	Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición:	26-08-2009
Fecha de terminación de la medición:	31-08-2009
Total horas medidas:	12.67 horas.
Maquinaria utilizada:	Excavadora

CUADRILLA	LONGITUD (m)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
1 Maquinista	12.5	5.85	0.47
2 Albañiles	12.5	12.67	1.01
2 Peones	12.5	12.67	1.01

$$\mathbf{I \text{ prod. T} = (0.47+1.01+1.01)/3=0.83}$$

Indicador: I prod. T = 0.83 HH/m

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod R	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (alcantarilla-relleno)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	26-08-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m ³
HH = <i>horas – hombre.</i> - Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para relleno, el tiempo que se demora en realizarlo.	
Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³).</i>	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para relleno es: 7.8 horas	
Relleno: 61.56 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE ALCANTARILLA (RELLENO)	
Tipo de alcantarilla:	Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición:	26-08-2009
Fecha de terminación de la medición:	31-08-2009
Total horas medidas:	7.8 horas.
Maquinaria utilizada:	Excavadora

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
1 Maquinista	61.56	7.8	0.13

Indicador: I prod. R = 0.13 HH/m³

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod AE	
Clasificación del indicador: Procesos de producción	
Nombre del indicador: Productividad por servicio (alcantarilla- armado encofrado cabezal)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	26-08-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$I\ prod = \frac{HH}{Q\ serv}$ Unidad: HH/m ²
<p>HH = <i>horas – hombre.</i>- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m²).</i></p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para armado de encofrado de cabezales es: 7.33 horas</p> <p>Encofrado: 26.58 m²</p>	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE ALCANTARILLA (ARMADO DE ENCONFRADO)	
Tipo de alcantarilla:	Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición:	26-08-2009
Fecha de terminación de la medición:	31-08-2009
Total horas medidas:	7.33 horas.

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
1 Albañil	9.875	7.33	0.74
1 Albañil	9.875	7.33	0.74
1 Peón	3.415	3	1.14
1 Peón	3.415	3	1.14

$$\mathbf{I \text{ prod. AE} = (0.74+0.74+1.14+1.14)/4=0.94}$$

Indicador: I prod. AE = 0.94 HH/m²

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod CE	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (alcantarilla- colocación encofrado cabezal)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	26-08-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m ²
HH = <i>horas – hombre.</i> - Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.	
Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m²).</i>	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para colocación de encofrado de cabezales es: 1.33 horas	
Encofrado: 26.58 m ²	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE ALCANTARILLA (COLOCACION DE ENCONFRADO)	
Tipo de alcantarilla:	Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición:	26-08-2009
Fecha de terminación de la medición:	31-08-2009
Total horas medidas:	1.33 horas.

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
2 Albañiles	26.58	1.33	0.05

Indicador: I prod. CE = 0.05 HH/m²

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod EH

Clasificación del indicador: Procesos de producción

Nombre del indicador: Productividad por servicio (alcantarilla-
elaboración de hormigón para replantillo)

B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA B.
Obra: vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura-
alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km)
Abscisa 5+162.
Localización: Cotopaxi
Fecha: 26-08-2009

C. CRITERIOS PROPUESTOS.

Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m³

HH = *horas – hombre.*- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.

Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.

$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^3).$

Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.

El ciclo de producción para elaboración de hormigón para replantillo: 0.83 horas

Hormigón: 0.784 m³

D. PROCESAMIENTO DE DATOS.

PRODUCCION DE ALCANTARILLA (ELABORACION DE HORMIGON)

Tipo de alcantarilla: Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición: 26-08-2009
Fecha de terminación de la medición: 31-08-2009
Total horas medidas: 0.83 horas.

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
2 Albañiles	0.784	0.83	1.06

Indicador: I prod. EH = 1.06 HH/m³

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod HR	
Clasificación del indicador: Procesos de producción	
Nombre del indicador: Productividad por servicio (alcantarilla- colocación Hormigón en replantillo cabezal)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	26-08-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$I\ prod = \frac{HH}{Q\ serv}$
Unidad:	HH/m ³
<p>HH = <i>horas – hombre</i>.- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³)</i>.</p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para colocación de hormigón en replantillo es: 0.83 horas Hormigón en replantillo: 0.784 m³</p>	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE ALCANTARILLA (COLOCACION DE HORMIGON EN REPLANTILLO)	
Tipo de alcantarilla:	Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición:	26-08-2009
Fecha de terminación de la medición:	31-08-2009
Total horas medidas:	0.83 horas.

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
2 Albañiles + 2 peones	0.784	0.83	1.06

Indicador: I prod. HR = 1.06 HH/m²

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod HM	
Clasificación del indicador: Procesos de producción	
Nombre del indicador: Productividad por servicio (alcantarilla - colocación Hormigón para muros cabezal)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	26-08-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$I\ prod = \frac{HH}{Q\ serv}$
Unidad:	HH/m ³
<p>HH = <i>horas – hombre</i>.- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³)</i>.</p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para colocación de hormigón en muros es: 2.5 horas</p> <p>Hormigón en muros: 8.786 m³</p>	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE ALCANTARILLA (COLOCACION DE HORMIGON EN MUROS)	
Tipo de alcantarilla:	Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición:	26-08-2009
Fecha de terminación de la medición:	31-08-2009
Total horas medidas:	2.5 horas.
Maquinaria utilizada:	Mixer de 8 m ³

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
1 M mayor + 2 Albañiles + 2 peones	8.786	2.5	0.29

Indicador: I prod. HM = 0.29 HH/m²

Cuneta de coronación. Para la medición de productividad en este rubro se ha tomado en cuenta:

- Excavación manual en cuneta de coronación. (cangagua).

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR.		Código: I prod. E
Clasificación del indicador:	Procesos de producción	
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (c. coronación- excavación)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.		
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA C.	
Obra:	Construcción de cuneta vía Ambato – Rio blanco	
Localización:	Tungurahua	
Fecha:	03-09-2009	
C. CRITERIOS PROPUESTOS.		
Formula:	$I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ³
<p>HH = <i>horas – hombre.</i>- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para cuneta de coronación, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³).</i></p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para la excavación es: 8 horas</p> <p>Excavación: 7 m³</p>		
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.		
PRODUCCION DE C. CORONACION (EXCAVACION)		
Tipo de drenaje:	C. coronación (28 m.)	
Fecha de inicio de la medición:	03-09-2009	
Fecha de terminación de la medición:	03-09-2009	
Total horas medidas:	8.	
Equipo utilizado:	Manual	

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
1 Maestro Mayor + 9 peones	7	8	1.14

$$\mathbf{I \text{ prod. E} = 1.14/10 = 0.114 \text{ HH/m}^3}$$

Indicador: I prod. E = 0.114 HH/m³

Cunetas laterales. Para la medición de productividad en este rubro se ha tomado en cuenta:

- Excavación manual en cunetas laterales (sub-base)
- Armado de encofrado para espaldar
- Armado y colocación de encofrado para juntas
- Colocación de encofrado para espaldar
- Elaboración de hormigón
- Colocación de hormigón en espaldar
- Colocación de hormigón en replantillo
- Fundición de descarga

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod E

Clasificación del indicador: Procesos de producción

Nombre del indicador: Productividad por servicio (cuneta-excavación)

B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA D.

Obra: vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480
izquierda y derecha.

Localización: Los Ríos

Fecha: 15-10-2009

C. CRITERIOS PROPUESTOS.

Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m³

HH = *horas – hombre*.- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.

Para excavación, el tiempo que se demora en realizarlo.

$Q serv =$ Cantidad de servicio producido (m³).

Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.

El ciclo de producción para excavación es: 6 horas

Excavación: 15 m³

D. PROCESAMIENTO DE DATOS.

PRODUCCION DE CUNETAS (EXCAVACION)

Tipo de cuneta: Lateral revestida

Fecha de inicio de la medición: 15-10-2009

Fecha de terminación de la medición: 16-10-2009

Total horas medidas: 6 horas.

Maquinaria utilizada: Manual

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
2 Peones	15	6	0.4

Indicador: I prod. E = 0.4 HH/m³

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod AE Clasificación del indicador: Procesos de producción Nombre del indicador: Productividad por servicio (cuneta- armado encofrado espaldar)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA D. Obra: vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha. Localización: Los Ríos Fecha: 15-10-2009	
C. CRITERIOS PROPUESTOS. Formula: $I\ prod = \frac{HH}{Q\ serv}$ Unidad: HH/m ² HH = <i>horas – hombre.</i> - Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto. Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo. $Q\ serv = Cantidad\ de\ servicio\ producido\ (m^2).$ Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo. El ciclo de producción para armado de encofrado de cabezales es: 0.9 horas Encofrado: 7.5 m ²	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS. <p style="text-align: center;">PRODUCCION DE CUNETAS (ARMADO DE ENCONFRADO)</p> Tipo de cuneta: Lateral revestida Fecha de inicio de la medición: 15-10-2009 Fecha de terminación de la medición: 16-10-2009 Total horas medidas: 0.9 horas.	

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
1 Albañil	7.5	0.9	0.12

Indicador: **I prod. AE = 0.12 HH/m²**

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod CE	
Clasificación del indicador: Procesos de producción	
Nombre del indicador: Productividad por servicio (cuneta- colocación encofrado espaldar)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ²
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.	
$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^2)$.	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para colocación de encofrado de cabezales es: 3.83 horas	
Encofrado: 45 m ²	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE CUNETA (COLOCACION DE ENCONFRADO)	
Tipo de cuneta:	Lateral revestida
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009
Total horas medidas:	3.83 horas.

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
1 Albañil	45	3.83	0.085

Indicador: I prod. CE = 0.085 HH/m²

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod AEJ	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (cuneta- armado encofrado juntas y colocación)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ²
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.	
$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^2)$.	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para armado de encofrado de cabezales es: 4.13 horas	
Encofrado: 7.44 m ²	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE CUNETAS (ARMADO DE ENCONFRADO JUNTAS Y COLOCACION)	
Tipo de cuneta:	Lateral revestida
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009
Total horas medidas:	4.13 horas.

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
1 Albañil	7.44	4.13	0.55

Indicador: I prod. AEJ = 0.55 HH/m²

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod EH	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (cuneta-elaboración de hormigón)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ³
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.	
$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^3)$.	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para elaboración de hormigón para cuneta: 7.5 horas	
Hormigón: 15 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE CUNETA (ELABORACION DE HORMIGON)	
Tipo de cuneta:	Lateral revestida
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009
Total horas medidas:	7.5 horas.

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
2 Albañiles + 2 Peón	15	7.5	0.5

Indicador: I prod. EH = 0.5 HH/m³

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod HE	
Clasificación del indicador: Procesos de producción	
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (cuneta- colocación Hormigón en espaldar)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ³
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.	
$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^3)$.	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para colocación de hormigón en espaldar es: 8.5 horas	
Hormigón en espaldar: 4.5 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE CUNETAS (COLOCACION DE HORMIGON EN ESPALDAR)	
Tipo de cuneta :	Lateral revestida
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009
Total horas medidas:	8.5 horas.

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
4 peones	4.5	8.5	1.89

Indicador: I prod. HE = 1.89 HH/m³

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod HR	
Clasificación del indicador: Procesos de producción	
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (cuneta - colocación Hormigón para replantillo)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ³
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.	
$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^3)$.	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para colocación de hormigón en muros es: 8.18 horas	
Hormigón en replantillo: 10.5 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE CUNETAS (COLOCACION DE HORMIGON EN REPLANTILLO)	
Tipo de cuneta :	Lateral revestida
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009
Total horas medidas:	8.18 horas.

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
4 peones	10.5	8.18	0.78

Indicador: I prod. HR = 0.78 HH/m³

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod HD Clasificación del indicador: Procesos de producción Nombre del indicador: Productividad por servicio (cuneta - colocación Hormigón para descarga)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA D. Obra: vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha. Localización: Los Ríos Fecha: 15-10-2009	
C. CRITERIOS PROPUESTOS. Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m ³ HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto. Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo. Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³)</i> . Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo. El ciclo de producción para colocación de hormigón en muros es: 0.16 horas Hormigón en descarga: 0.2 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS. PRODUCCION DE CUNETAS (COLOCACION DE HORMIGON EN DESCARGA) Tipo de cuneta : Lateral revestida Fecha de inicio de la medición: 15-10-2009 Fecha de terminación de la medición: 16-10-2009 Total horas medidas: 0.16 horas.	

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
4 peones	0.20	0.16	0.8

Indicador: I prod. HD = 0.8 HH/m³

CAPITULO 3:

PROCESOS OPTIMIZADOS DEL DRENAJE VIAL

3.1 Descripción de los procesos optimizados de construcción en rubros de drenaje vial

Subdrenes. Para este proceso, se hizo un análisis económico de dos opciones, primero se analizó una mejora tecnológica de geodren con tubo, y la segunda opción fue la reingeniería del proceso tradicional mejorando los tiempos y trabajando sobre todo en la ruta crítica obtenida en el proceso tradicional.

A continuación se detalla el estudio económico:

Precio actual del proceso (100 m.)

Periodo analizado (H)	Valor hora de trabajo (\$/H)	Trabajadores (#)	Costo mano de obra actual
3.23	1.9	5	30.69

Material	Unidad	Cantidad	Costo	Distancia (km.)	Costo total
Geotextil NT 1600	m ²	400	0.74	No aplica	296
Material filtrante incluido transporte	m ³	72	0.22 \$/km. m ³	70	1108.8

Costo mano de obra actual (\$)	Geotextil NT 1600 (\$)	Material filtrante incluido transporte (\$)	Total (100 m.)(\$)
30.69	296	1108.8	1435.50

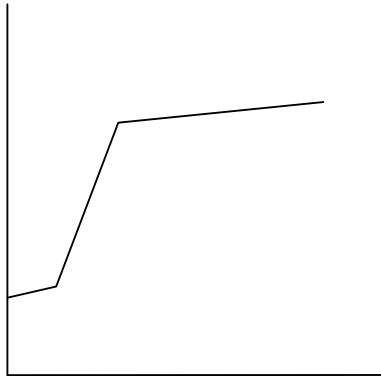
En la opción A (geodren con tubo) y opción B (reingeniería del proceso), para analizar la propuesta se hizo primero una capacitación al personal realizada por el superintendente de la obra, en la cual hubo una inversión, luego se reorganizo el personal haciendo una asignación de recursos tomando en cuenta los trabajadores del proceso tradicional y los trabajadores que en realidad son necesarios para la optimización del proceso.

Trabajadores	Tradicional	Optimizado (Necesarios)
Maquinista 1	1	1
Maquinista 2	1	1
*Maestro Mayor	1	0
Peón 1	1	1
Peón 2	1	1
Total	5	4

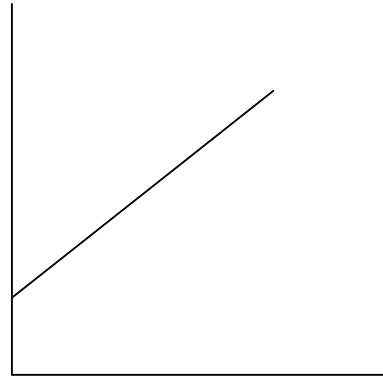
*Después de la capacitación y del análisis de la ruta crítica en el proceso tradicional donde tuvo mayor incidencia en el tiempo de excavación e instalación de geotextil se dedujo que el Maestro Mayor es improductivo para las dos opciones que se proponen para optimizar el proceso, incluso se redujo el tiempo de holgura en la actividad C, el Maestro Mayor fue ubicado con otra cuadrilla de obreros.

Opción A. (geodren con tubo 100 m.)

Mejora Tecnológica.



Productividad



Costo

Periodo analizado (H) Se incluye armado e instalación del tubo, excavación y relleno	Valor hora de trabajo (\$/H)	Trabajadores (#)	Costo mano de obra
2.3	1.9	4	17.48

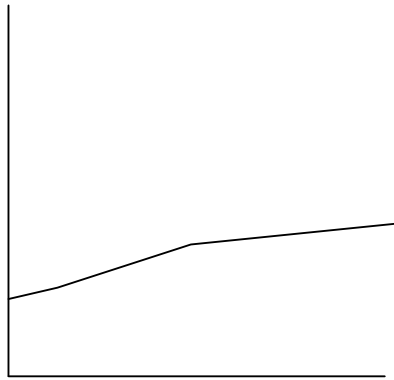
Material	Unidad	Cantidad	Costo	Costo total
Geodren con tubo diámetro 100mm	M	100	14.62	1462
Material de relleno	m ³	71.2	0	0

Costo mano de obra (\$)	Geodren con tubo (\$)	Material de relleno (\$)	Total (100 m.)(\$)
17.48	1462	0	1479.48

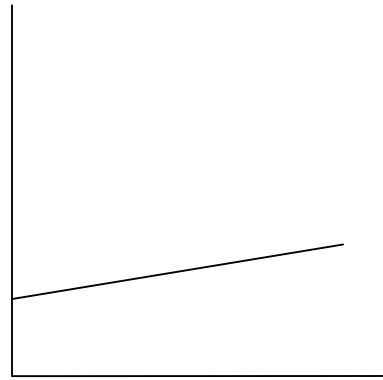
Inversión de capacitación (\$) = 150

Opción B (geodren tradicional con geotextil NT1600 100m.).

Reingeniería de proceso



Productividad



Costo

Periodo analizado (H)	Valor hora de trabajo (\$/H)	Trabajadores (#)	Costo mano de obra actual
2.52	1.9	4	19.15

Material	Unidad	Cantidad	Costo	Distancia (km.)	Costo total
Geotextil NT 1600	m ²	400	0.74	No aplica	296
Material filtrante incluido transporte	m ³	72	0.22 \$/km. m ³	70	1108.8

Costo mano de obra actual (\$)	Geotextil NT 1600 (\$)	Material filtrante incluido transporte (\$)	Total (100 m.)(\\$)
19.15	296	1108.8	1423.95

Inversión de capacitación (\$) = 150

La empresa constructora donde se analizó estas propuestas, decidió la opción B, ya que el costo en 100 m. es menor que la opción A.

1479.48 > 1435.50 (proceso tradicional) *Opción A*

1423.95 < 1435.50 (proceso tradicional) *Opción B*

Se decidió la opción B debido a que en la opción A no se está considerando los costos de mantenimiento y para considerar este costo es necesario terminar con la construcción de la vía y la empresa constructora necesitaba una solución inmediata, tampoco se hizo consideraciones del valor adicional del empleado libre para realizar otra actividad.

$$\$1435.50 - \$1423.95 = \$11.55$$

El ahorro entre el proceso tradicional y el proceso optimizado escogido (opción B) es de \$11.55 en 100 m. y cabe recalcar que la vía consta de 35 km. de subdrenaje; es decir, el ahorro que la empresa tendrá es de \$4042.5.

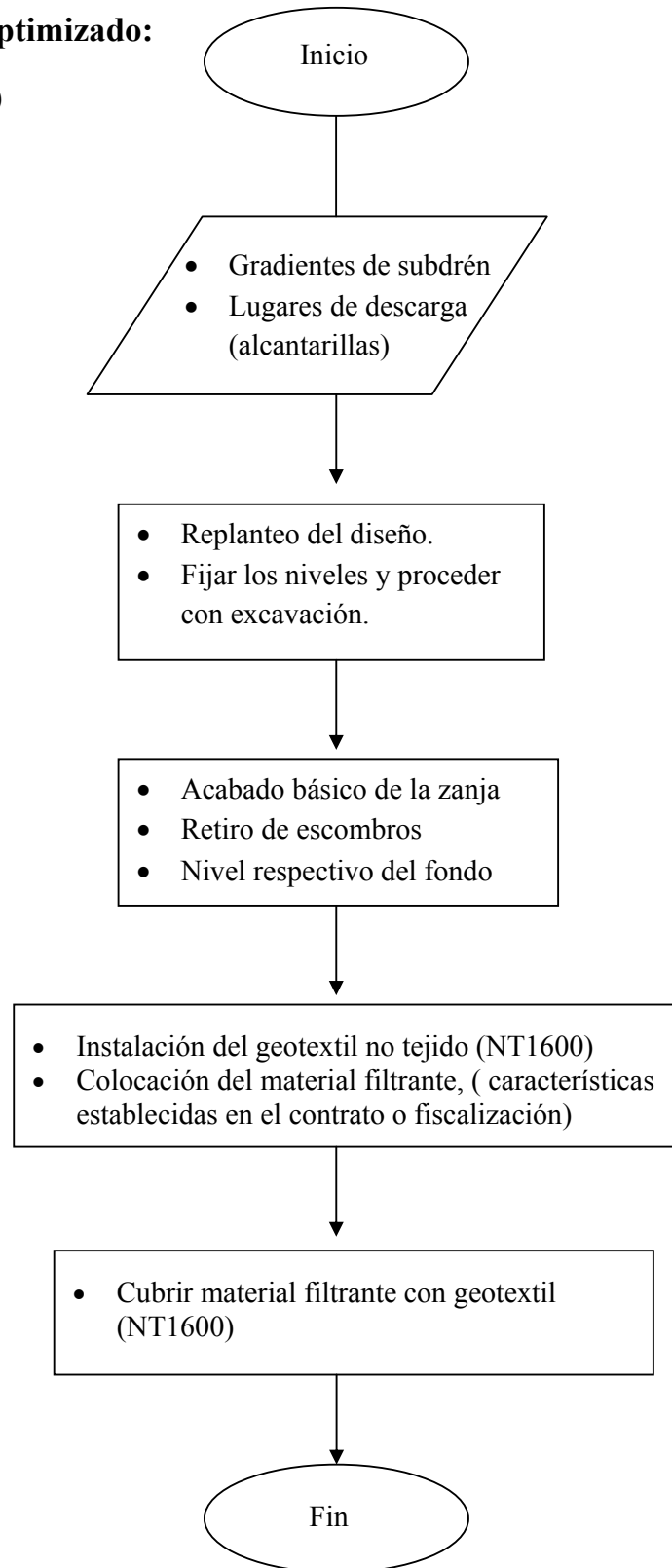
Se tiene que tomar en cuenta también el valor que tuvo la capacitación.

$$\frac{\$150}{\$11.55} = 12.99$$

$$100 \text{ m.} * 12.99 = 1299 \text{ m.} = 1.3 \text{ Km.}$$

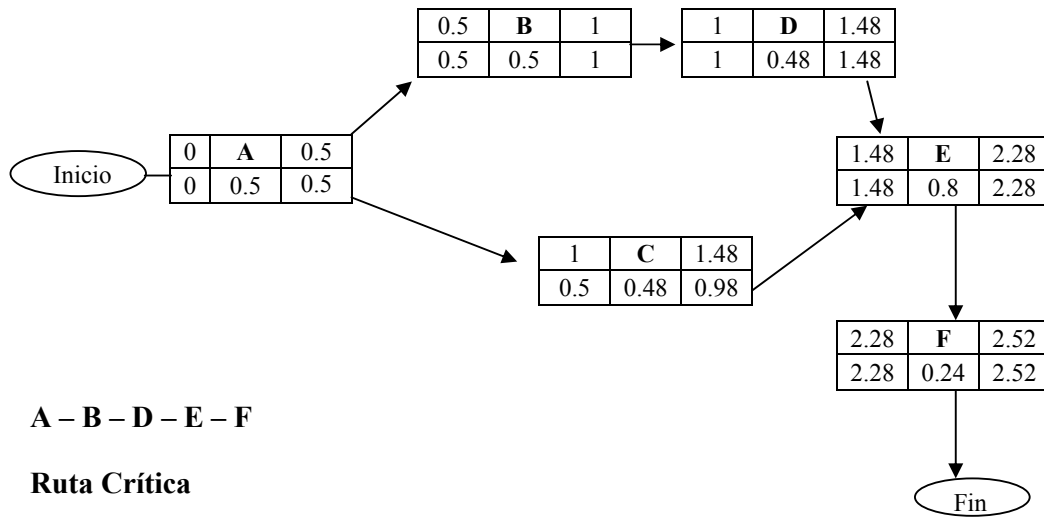
Es decir, en 1.3 km la empresa constructora recupera el valor de la capacitación.

Proceso Optimizado:
(Opción B)



Determinación de la ruta crítica para el proceso optimizado en Subdrén.

Actividad	Descripción	Precedente	Tiempo (H)	Holgura		
				ES	EF	LS
A	Excavación primeros 50 m.	-	0.5	0.5	0.5	0
B	Excavación últimos 50 m.	A	0.5	1	1	0
C	Geotextil primeros 50 m.	A	0.48	1.48	0.98	0.5
D	Geotextil últimos 50 m.	B	0.48	1.48	1.48	0
E	Material filtrante	C, D	0.8	2.28	2.28	0
F	Tapado	E	0.24	2.52	2.52	0



1	2	3
---	---	---

Duración= 2.52 horas

1. Inicio
2. Duración
3. Final

Alcantarilla. Para este proceso, se realizó un análisis en la ruta crítica del proceso tradicional, deduciendo que la actividad E es donde se puede dar mayor atención y proceder con la reingeniería del proceso partiendo desde la mencionada actividad; también se trabajó en la actividad A, donde la holgura en el proceso tradicional fue muy alta, llegando a una nueva holgura en el proceso optimizado de cero.

Se analizó adicionalmente la producción marginal del rubro en el proceso tradicional, donde se esperaba que exista más producción debido al aumento a una unidad (trabajador) en el insumo de trabajo, sin tomar en cuenta que la producción marginal fue decreciente ya que la producción disminuyó conforme se utilizó una unidad más (trabajador), al comparar con el proceso optimizado.

A continuación se detalla el estudio económico:

Precio actual del proceso (12 m. ancho de vía)

Periodo analizado (H)	Valor hora de trabajo (\$/H)	Trabajadores (#)	Costo mano de obra actual
45.35	1.9	6	516.99

Material	Unidad	Cantidad	Costo	Costo total
Tubería de acero corrugado $\phi=1\text{m.}$	M	12.5	150	1875

Costo mano de obra actual (S)	Tubería de acero corrugado $\phi=1\text{m.}$	Total (\$)
516.99	1875	2391.99

En el análisis de la reingeniería del proceso se hizo primero una capacitación al personal, realizada por el Ingeniero residente de la obra, en la cual hubo una inversión, luego se reorganizó el personal haciendo una asignación de recursos tomando en cuenta los trabajadores del proceso tradicional que no tuvieron mayor tiempo productivo los mismos que se ubicaban en la actividad donde más holgura tenía, en este caso la actividad A y los trabajadores que en realidad son necesarios para la optimización del proceso.

Trabajadores	Tradicional	Optimizado (Necesarios)
Maquinista 1	1	1
*Maestro Mayor	1	0
Albañil 1	1	1
Albañil 2	1	1
**Peón 1	1	1
**Peón 2	1	1
Total	6	5

*Después de la capacitación y del análisis de la ruta crítica en el proceso tradicional donde tuvo mayor incidencia en el tiempo de excavación se dedujo que el Maestro Mayor es improductivo para la reingeniería del proceso ya que el personal fue capacitado, el Maestro Mayor fue ubicado con otra cuadrilla de obreros.

**Los dos peones fueron reasignados a empezar con la actividad E al mismo tiempo que se empezó la colocación de la tubería, en las planillas de indicadores se podrá observar dicha reasignación.

Análisis económico del Proceso Optimizado

Periodo analizado (H)	Valor hora de trabajo (\$/H)	Trabajadores (#)	Costo mano de obra actual
12.49	1.9	5	118.66

Material	Unidad	Cantidad	Costo	Costo total
Tubería de acero corrugado $\phi=1m.$	M	12.5	150	1875

Costo mano de obra actual (S)	Tubería de acero corrugado $\phi=1m.$	Total (\$)
118.66	1875	1993.66

Inversión de capacitación (\$) = 80

Como se puede observar, el costo después de la reingeniería del proceso en este rubro, disminuye.

$$1993.66 < 2391.99 \text{ (proceso tradicional)}$$

No se ha considerado el precio de cemento, arena, ripio y material para encofrado, ya que el precio, los volúmenes, áreas de material para los dos procesos es la misma, tampoco se hizo consideraciones del valor adicional del empleado libre para realizar

otra actividad. Se toma en cuenta la tubería ya que las distancias pueden variar de acuerdo al ancho de la vía.

$$\$2391.99 - \$1993.66 = \$398.33$$

El ahorro entre el proceso tradicional y el proceso optimizado es de \$398.33 en mano de obra, por alcantarilla y cabe recalcar que la vía consta de 8 alcantarillas de 12m de ancho; es decir, el ahorro que la empresa tendrá es de \$ 3186.64.

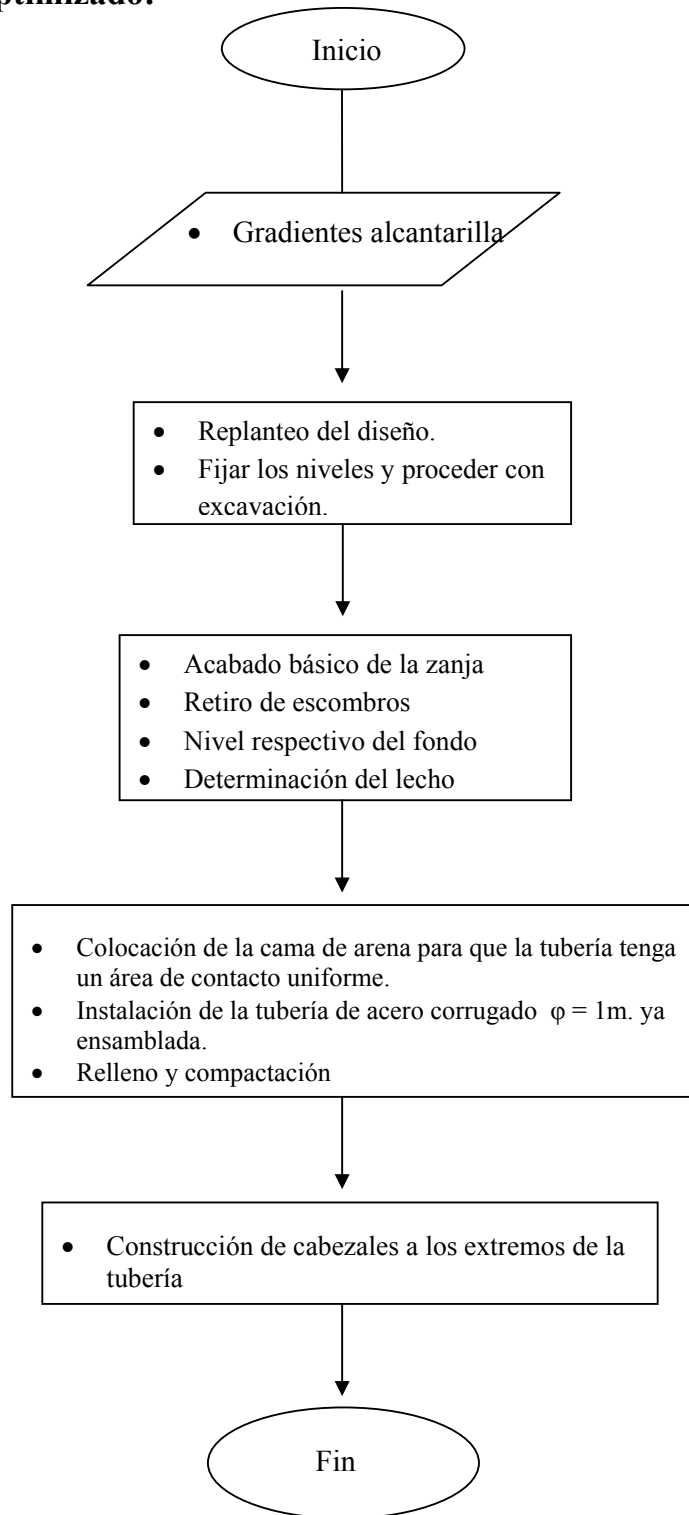
Se tiene que tomar en cuenta también el valor que tuvo la capacitación.

$$\frac{\$ 80}{\$398.33} = 0.2$$

$$12 \text{ m.} * 0.2 = 2.4 \text{ m.}$$

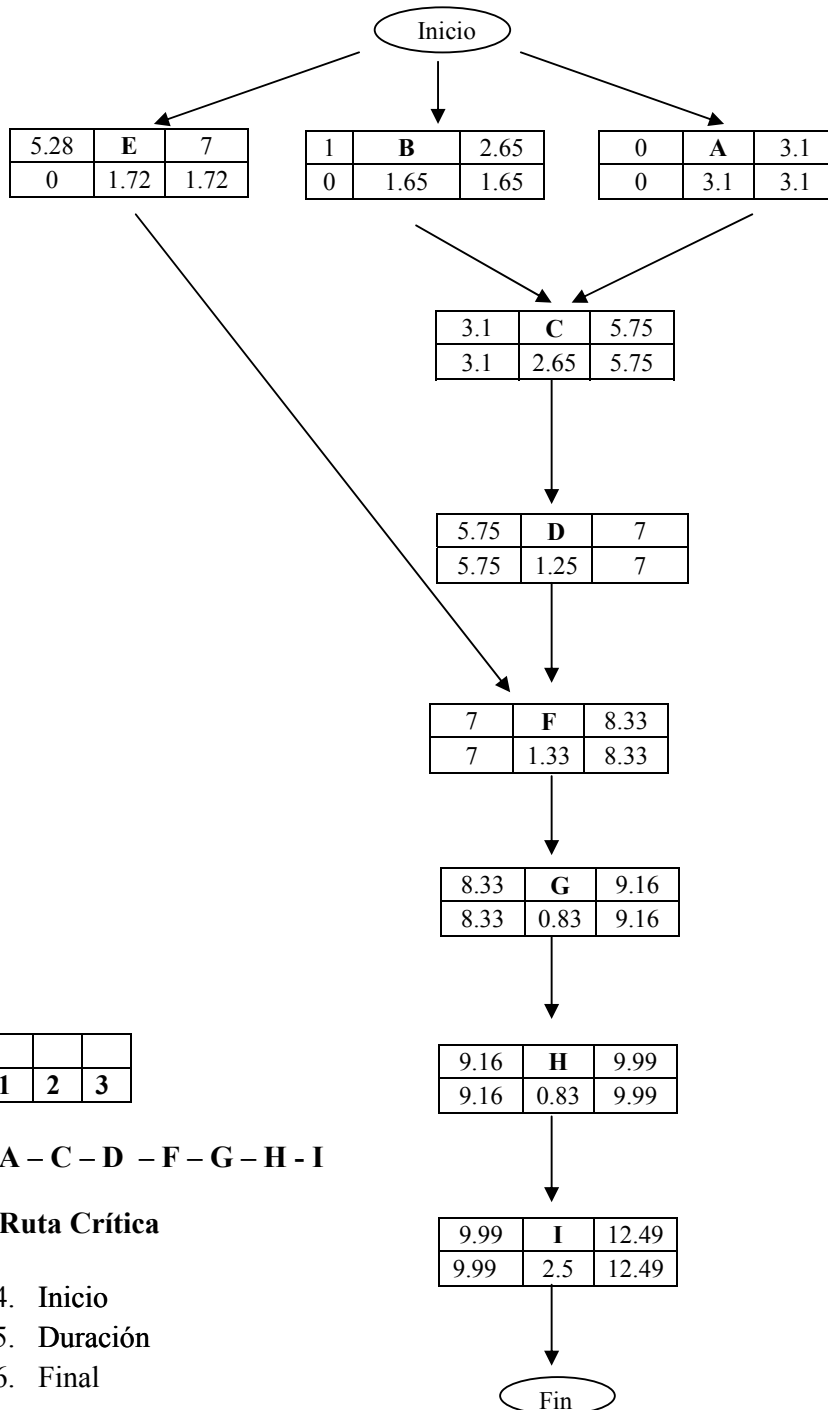
Es decir, en 2.4 m. de construcción de alcantarilla la empresa constructora recupera el valor de la capacitación.

Proceso Optimizado:



Determinación de la ruta crítica para el proceso optimizado en alcantarilla.

Actividad	Descripción	Precedente	Tiempo (H)	Holgura		
A	Armado de tubería afuera.	–	3.1	3.1	3.1	0
B	Excavación y cama de arena	–	1.65	2.65	1.65	1
E	Armado encofrado de cabezal	–	1.72	7	1.72	5.28
C	Colocación tubería	A,B	2.65	5.75	5.75	0
D	Relleno y compactación	C	1.25	7	7	0
F	Colocación encofrado para cabezal	E	1.33	8.33	8.33	0
G	Elaboración de hormigón para replantillo	F	0.83	9.16	9.16	0
H	Colocación de hormigón para replantillo	G	0.83	9.99	9.99	0
I	Colocación de hormigón para muros	H	2.5	12.49	12.49	0



Duración= 12.49 horas

Cunetas de coronación. Para este rubro, se realizó un análisis de las personas involucradas en la construcción, tomando en cuenta los tiempos improductivos y auxiliares donde había mayor porcentaje. Este rubro como proceso no es muy aplicable ya que se simplifica a una sola actividad, debido a que el diseño de esta cuneta es sin revestimiento por su diseño hidráulico y por el tipo de suelo donde se construyó dicho rubro.

Esta es la razón por la que no se pudo hacer una reingeniería de procesos o una mejora tecnológica, adicionalmente el lugar de construcción del rubro era inaccesible y no podía entrar la retroexcavadora, por dicho motivo se hizo manualmente.

La mejora de la productividad se analizó en base a los parámetros de comparación, tratando de que los trabajadores optimicen el tiempo en función de los parámetros obtenidos después de las encuestas hechas a diferentes empresas constructoras, sin dejar a un lado la capacitación la cual no tuvo inversión.

A continuación se detalla el estudio económico:

Precio actual del proceso (28m. de cuneta)

Periodo analizado (H)	Valor hora de trabajo (\$/H)	Trabajadores (#)	Costo mano de obra actual
8	1.9	10	152

Después de la capacitación hecha al personal, realizada por el Ingeniero residente de la obra, se obvió la asignación de recursos porque todos los trabajadores podían desenvolverse en la misma actividad.

La capacitación tuvo como objeto primordial el manejo del tiempo y la capacitación sobre todo a los trabajadores con menos tiempo productivo, en las planillas de medición de indicadores de este rubro se detalla los nuevos tiempos obtenidos por los trabajadores. Ya que este rubro no es un proceso, por las razones mencionadas anteriormente, la ruta crítica del proceso tradicional es la misma que el proceso optimizado, simplemente se ha obtenido un menor tiempo de medición después de la respectiva capacitación.

Precio del Proceso Optimizado

Periodo analizado (H)	Valor hora de trabajo (\$/H)	Trabajadores (#)	Costo mano de obra actual
6.35	1.9	10	120.65

Como se puede observar, el costo después de la optimización de tiempo en el rubro, disminuye.

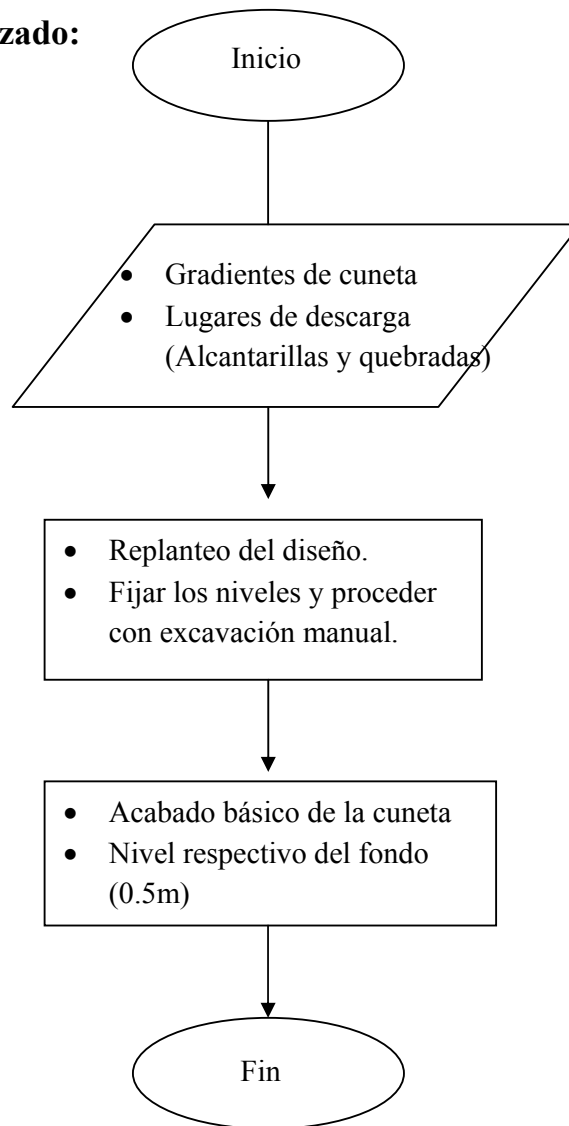
$$120.65 < 152 \text{ (proceso tradicional)}$$

No se ha considerado el precio de herramientas, ya que se ocuparon en los dos procesos es las mismas.

$$\$152 - \$120.65 = \$31.35$$

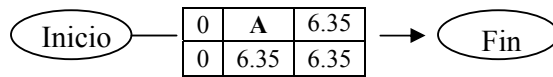
El ahorro entre el proceso tradicional y el proceso optimizado es de \$31.35 en mano de obra, por cuneta de coronación y cabe recalcar que son 3 cunetas de coronación, sin tomar en cuenta la tradicional; es decir, el ahorro que la empresa tendrá es de \$94.05.

Proceso Optimizado:



Determinación de la ruta crítica para el proceso optimizado en c. de coronación.

Actividad	Descripción	Precedente	Tiempo (H)	Holgura		
A	Excavación manual de 28 m y acabado básico	-	6.35	6.35	6.35	0



A

Ruta Crítica

1	2	3

1. Inicio
2. Duración
3. Fin

Duración= 6.35 horas

Cunetas Laterales. Para este proceso, se hizo un análisis en la actividad F y actividad G, donde se pudo deducir que el tiempo en las dos actividades se puede reducir al cambiar el proceso constructivo, es decir, al hacer una reingeniería del proceso, primero realizando la actividad G y posteriormente la actividad F.

Al momento de efectuar la actividad G y luego la actividad F, reduce el tiempo de las dos actividades, ya que en el proceso tradicional, el tiempo excesivo se debe a que al realizar primero la actividad F aumenta el tiempo porque existe una actividad de picado de hormigón para poder fundir el replantillo, no existe desperdicio del material pero implica tiempo.

Posteriormente se podrá observar en la determinación de la ruta crítica para el proceso optimizado, la reingeniería del proceso, y así mismo sus nuevos tiempos, los cuales no varían considerablemente, pero tiene gran incidencia en el costo del proyecto.

A continuación se detalla el estudio económico:

Precio actual del proceso (150 m. de cuneta lateral)

Periodo analizado (H)	Valor hora de trabajo (\$/H)	Trabajadores (#)	Costo mano de obra actual
9.56	1.93	12	221.40

Costo mano de obra actual (S)	Total (\$)
221.40	221.40

En el análisis de la reingeniería del proceso se hizo primero una capacitación al personal, realizada por el Superintendente de la compañía, la cual se baso en el cambio del proceso constructivo y tubo una inversión de 120 USD., luego se reorganizo el personal haciendo una asignación de recursos tomando en cuenta los trabajadores del proceso tradicional que no tuvieron mayor tiempo productivo.

Trabajadores	Tradicional	Optimizado (Necesarios)
*Maestro Mayor	1	0
Albañil 1	1	1
Albañil 2	1	1
Albañil 3	1	1
Albañil 4	1	1
Peón 1	1	1
Peón 2	1	1
Peón 3	1	1
Peón 4	1	1
Peón 5	1	1
Peón 6	1	1
Peón 7	1	1
Total	12	11

*Después de la capacitación y del análisis del tiempos de los trabajadores en el proceso tradicional se dedujo que el Maestro Mayor es improductivo para la reingeniería del proceso ya que el personal fue capacitado, el Maestro Mayor fue ubicado con otra cuadrilla de obreros en obra de asfaltado.

Precio del Proceso Optimizado

Periodo analizado (H)	Valor hora de trabajo (\$/H)	Trabajadores (#)	Costo mano de obra actual
8.88	1.93	11	188.52

Costo mano de obra actual (\$)	Total (\$)
188.52	188.52

Inversión de capacitación (\$) = 120

Como se puede observar, el costo de mano de obra después de la reingeniería del proceso en este rubro, disminuye.

$$188.52 < 221.40 \text{ (proceso tradicional)}$$

No se ha considerado el precio de cemento, arena, ripio y material para encofrado, ya que el precio, los volúmenes, áreas de material para los dos procesos es la misma, tampoco se hizo consideraciones del valor adicional del empleado libre para realizar otra actividad.

$$\$221.40 - \$188.52 = \$32.88$$

El ahorro entre el proceso tradicional y el proceso optimizado es de \$32.88 en mano de obra, por 150 m. de cuneta lateral revestida y cabe recalcar que la vía consta de 35 km de cuneta (35000 m.); es decir, el ahorro que la empresa tendrá es de \$7672.

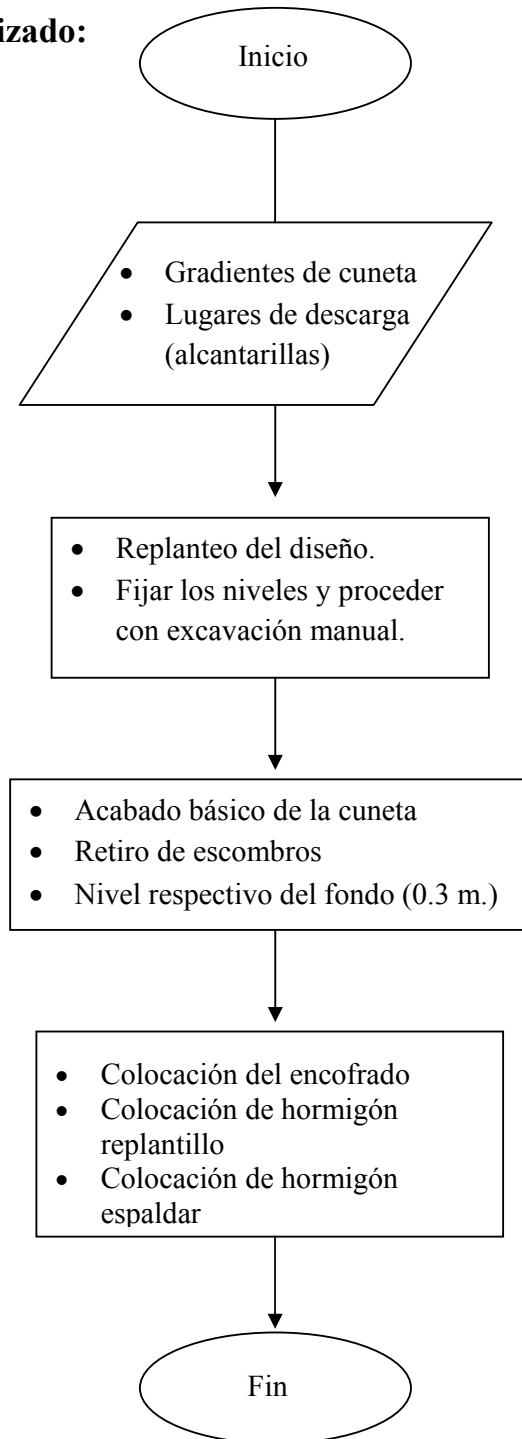
Se tiene que tomar en cuenta también el valor que tuvo la capacitación.

$$\frac{\$120}{\$32.88}=3.65$$

$$150 \text{ m.} * 3.65 = 547.5 \text{ m.}$$

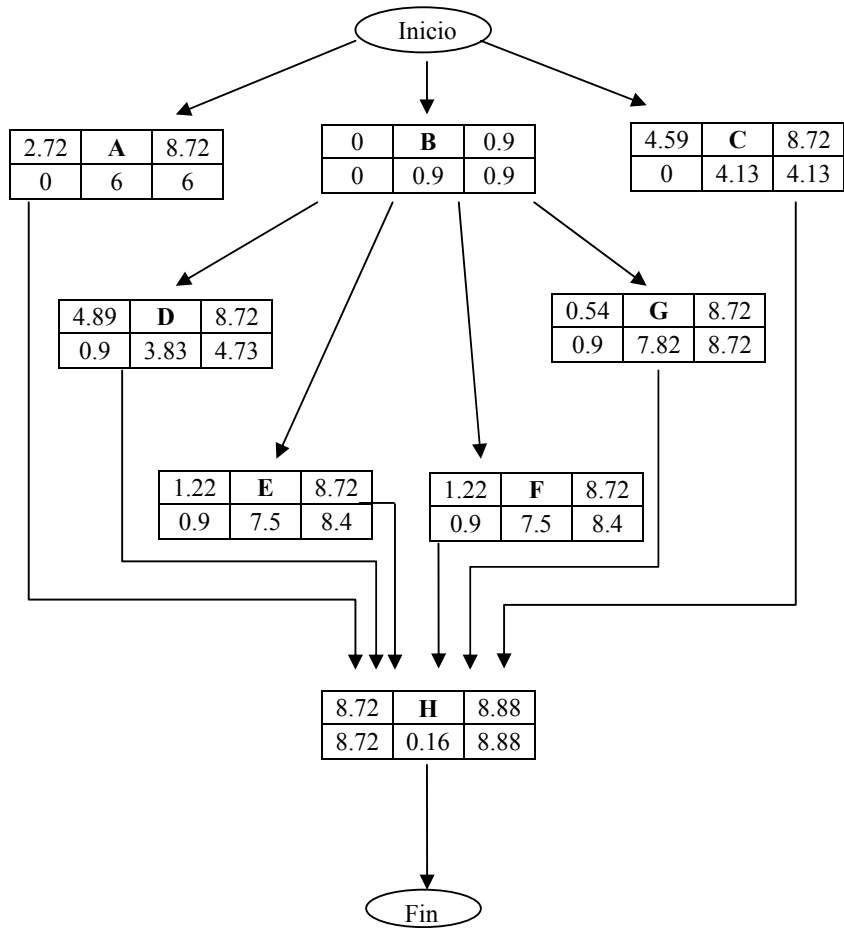
Es decir, en 547.5 m. de construcción de cuneta lateral, la empresa constructora recupera el valor de la capacitación.

Proceso Optimizado:



Determinación de la ruta crítica para el proceso optimizado en c. lateral.

Actividad	Descripción	Precedente	Tiempo (H)	Holgura		
A	Excavación 150 m.	–	6	8.72	6	2.72
B	Armado de encofrado para 25 m	–	0.9	0.9	0.9	0
C	Armado y colocación de encofrado	–	4.13	8.72	4.13	4.59
D	Colocación encofrado para 150 m.	B	3.83	8.72	4.73	3.99
E	Elaboración de hormigón	B	7.5	8.72	8.4	0.32
F	Colocación de hormigón replantillo	B	7.5	8.72	8.4	0.32
G	Colocación hormigón espaldar	B	7.82	8.72	8.72	0
H	Fundición de la descarga	A,B,C,D,E,F,G	0.16	8.88	8.88	0



B – G – H

Ruta Crítica

1	2	3

Duración= 8.88 horas

1. Inicio
2. Duración
3. Final

3.2 Medición de indicadores

Subdrenes. La medición de este rubro se llevó a cabo en la localidad de Lagarto-Pizares en la provincia de Esmeraldas. La instalación de este sistema de subdrenaje fue subdrén francés sin tubo.

Para la medición de este rubro hemos tomado en cuenta los siguientes indicadores:

- Índice de errores en la entrega de materiales
- Pérdida de materiales
- Productividad por servicio
- Tiempos productivos auxiliares e improductivos

Planillas propuestas para medición de indicadores (subdrenaje).

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: EM	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Índice de errores en la entrega del material
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA A.
Obra:	Construcción de la vía Lagarto-Pizares 35 km.
Localización:	Esmeraldas
Fecha:	10-09-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$EM = \frac{\sum NE}{\sum NT} \times 100$ (%)
NE = <i>Número de errores en la entrega del material.</i> - Son considerados errores en la entrega de materiales:	
d. Retraso en la entrega de los materiales (más de un día).	
e. Falta de documentos de respaldo donde se pueda comprobar las cantidades y especificaciones de los ítems.	
f. Diferencias existentes entre la cantidad o especificaciones del material que consta en la factura (o cualquier otro documento correspondiente) y el material efectivamente entregado en la obra.	
NT = <i>Número de transacciones (compras) realizadas.</i> - corresponde al número de compras realizadas en un periodo determinado.	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Datos del proyecto.	
Fecha de inicio de obra:	01-08-2006
Fecha de inicio de la medición:	10-09-2009
Fecha de terminación de la medición:	10-09-2009
Periodo analizado:	2.52 horas.
Numero de transacciones durante el periodo:	4.
Frecuencia de transacciones (trans./hora):	1.59 trans./hora
E. OBSERVACIONES.	

Parámetros considerados	Descripción	Observaciones
Error de la entrega	() Material entregado diferente solicitado	
	() Calidad en la entrega diferente al solicitado	
	() Cantidades en facturas incompletas	
	() Otros	
Actitud tomada al momento de error en la entrega	() Pidió informaciones sobre el hecho	
	() Recibió el lote y comunico el error	
	() No recibió el material	
	() Otro	
Descripción resumida de la transacción realizada	Durante el periodo analizado (2.52 horas), no se presentaron errores en la entrega de materiales.	

Indicador: EM = 0 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: PM	
Clasificación del indicador:	Uso de recursos materiales
Nombre del indicador:	Perdida de materiales (Piedra Bola)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA A.
Obra:	Construcción de la vía Lagarto-Pizares 35 km.
Localización:	Esmeraldas
Fecha:	10-09-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$PM = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100$ (%)
C real = <i>Consumo Real</i> .- Cantidad de material realmente gastado para ejecutar un trabajo	
C teor = <i>Consumo teórico</i> .- Cantidad de material teóricamente necesaria para la ejecución de un trabajo, obtenida del proyecto	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Material:	Piedra Bola
Fecha de inicio de la medición:	10-09-2009
Fecha de terminación de la medición:	10-09-2009

Identificación del material	Consumo Real (m³)	Consumo Teórico (m³)
Piedra Bola < a 3 pulgadas	74.5	72
Sumatoria	74.5	72

Indicador: PM = 3.47%

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR.		Código: I prod. E
Clasificación del indicador:	Procesos de producción	
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (subdrén- excavación)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.		
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA A.	
Obra:	Construcción de la vía Lagarto-Pizares 35 km.	
Localización:	Esmeraldas	
Fecha:	10-09-2009	
C. CRITERIOS PROPUESTOS.		
Formula:	$I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ³
<p>HH = <i>horas – hombre.</i>- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para subdrén, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³).</i></p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para la excavación es: 1 hora</p> <p>Excavación: 72 m³</p>		
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.		
PRODUCCION DE SUBDREN (EXCAVACION)		
Tipo de Subdrén:	Subdrén francés (100m.)	
Fecha de inicio de la medición:	10-09-2009	
Fecha de terminación de la medición:	10-09-2009	
Total horas medidas:	1 hora.	
Equipo utilizado:	Retroexcavadora	

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
Maquinista 1	72	1	0.014

Indicador: I prod. E = 0.014 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod G	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (subdrén- geotextil)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA A.
Obra:	Construcción de la vía Lagarto-Pizares 35 km.
Localización:	Esmeraldas
Fecha:	10-09-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ²
<p>HH = <i>horas – hombre.</i>- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para subdrén, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m²).</i></p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para la colocación de geotextil es: 1.2 horas</p> <p>Geotextil: 400 m²</p>	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE SUBDREN (GEOTEXTIL)	
Tipo de Subdrén:	Subdrén francés (100m.)
Fecha de inicio de la medición:	10-09-2009
Fecha de terminación de la medición:	10-09-2009
Total horas medidas:	1.2 horas.

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
2 Peones	400	1.2	0.003

Indicador: I prod. G = 0.003 HH/m²

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod MF

Clasificación del indicador: Procesos de producción

Nombre del indicador: Productividad por servicio (subdrén- material filtrante)

B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA A.

Obra: Construcción de la vía Lagarto-Pizares 35 km.

Localización: Esmeraldas

Fecha: 10-09-2009

C. CRITERIOS PROPUESTOS.

Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m³

HH = *horas – hombre.*- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.

Para subdrén, el tiempo que se demora en realizarlo.

$Q serv =$ *Cantidad de servicio producido (m³).*

Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.

El ciclo de producción para material filtrante es: 0.8 horas

Material filtrante: 72 m³

D. PROCESAMIENTO DE DATOS.

PRODUCCION DE SUBDREN (MATERIAL FILTRANTE)

Tipo de Subdrén: Subdrén francés (100m.)

Fecha de inicio de la medición: 10-09-2009

Fecha de terminación de la medición: 10-09-2009

Total horas medidas: 0.8 horas.

Equipo utilizado: Mini cargador.

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
Maquinista 2 + 1 Peón	72	0.8	0.011

Indicador: I prod. MF = 0.011 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: TP-TA-TI	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Tiempos productivos, auxiliares e improductivos
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA A.
Obra:	Construcción de la vía Lagarto-Pizares 35 km.
Localización:	Esmeraldas
Fecha:	10-09-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$TP = \frac{CTP}{NOT} \times 100$
	$TA = \frac{CTA}{NOT} \times 100$ Unidad: %
	$TI = \frac{CTI}{NOT} \times 100$
<p>CTP = <i>Cantidades de tiempo productivas.</i>- tiempo aplicado a la ejecución de actividades que agreguen valor agregado al producto.</p> <p>CTA = <i>Cantidades de tiempo en actividades auxiliares.</i>- reúne a las actividades que a pesar de no agregar valor de manera directa al producto final, son necesarias para la ejecución del servicio.</p> <p>CTI = <i>Cantidades de tiempos de actividades improductivas.</i>- aquellas que no generan ningún beneficio al producto, ya sea por falta de dominio del proceso (evitables) por causas imprevistas (inevitables), o por inactividad de los trabajadores (ociosos); que no agreguen valor al producto.</p>	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Servicio medido:	Subdrén
Metros lineales de construcción (m):	100

Aspectos a considerar	Maquinaria y Albañilería		
	Descripción: Construcción de subdrén		
Cuadrilla	(0) Maestro Mayor (2) Maquinista (2) Peón		(4) Total
Tipo mano de obra contratada	() Ocasional	(x) Permanente	
Forma de contratar los servicios	() Por hora	(x) Por tarea	

Tiempo Productivo											
Tiempo (min)	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165
Maquinista 1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Maquinista 2				2	2	2	2	2	2	2	2
2 Peones			3	3	3	3	4	5	3	3	3

Tiempo Improductivo											
Tiempo (min)	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165
Maquinista 1	6										
Maquinista 2	6	6	6								
2 Peones	6	5									

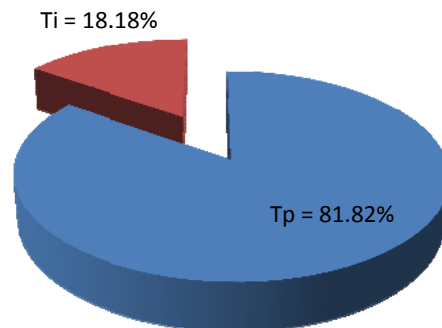
Actividades	Tiempo Productivo	Tiempo Improductivo
	1.- Excavación	5.- Inactivo seguridad
	2.- coloc. material filtrante	6.- Inactivo sin motivo
	3.- coloc. de geotextil	
	4.- Cubrir material filtrante	
	5.- Guía a maquinista 1	

Porcentajes de Tiempos (%)	Productivos	Improductivos
Maquinista 1	90.91	9.09
Maquinista 2	72.73	27.27
2 Peones	81.92	18.18
CUADRILLA	81.82	18.18

Indicadores: TP= 81.82 %

Indicadores: TI= 18.18 %

Porcentaje de tiempos



Alcantarillas. La medición de este rubro se llevó a cabo en la localidad de Latacunga, en la provincia de Cotopaxi. La construcción de este sistema de alcantarillado fue con tubería de acero corrugado de 1m de diámetro, según especificaciones dadas por el contratante.

Para la medición de este rubro se ha tomado en cuenta los siguientes indicadores:

- Índice de errores en la entrega de materiales
- Pérdida de materiales
- Productividad por servicio
- Tiempos productivos auxiliares e improductivos
- Densidad de muros
- Relación volumen de concreto y área construida

Planillas propuestas para medición de indicadores (alcantarilla).

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR.		Código: EM
Clasificación del indicador:	Procesos de producción	
Nombre del indicador:	Índice de errores en la entrega del material	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.		
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.	
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.	
Localización:	Cotopaxi	
Fecha:	15-09-2009	
C. CRITERIOS PROPUESTOS.		
Formula:	$EM = \frac{\sum NE}{\sum NT} \times 100$ (%)	
NE = <i>Número de errores en la entrega del material.</i> - Son considerados errores en la entrega de materiales:		
a. Retraso en la entrega de los materiales (más de un día).		
f. Falta de documentos de respaldo donde se pueda comprobar las cantidades y especificaciones de los ítems.		
g. Diferencias existentes entre la cantidad o especificaciones del material que consta en la factura (o cualquier otro documento correspondiente) y el material efectivamente entregado en la obra.		
NT = <i>Número de transacciones (compras) realizadas.</i> - corresponde al número de compras realizadas en un periodo determinado.		
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.		
Datos del proyecto.		
Fecha de inicio de obra:		
Fecha de inicio de la medición:	15-09-2009	
Fecha de terminación de la medición:	16-09-2009	
Periodo analizado:	1.56 días. (12.49 h)	
Numero de transacciones durante el periodo:	4	
Frecuencia de transacciones (trans./día):	2.56 trans./día	

E. OBSERVACIONES.		
Parámetros considerados	Descripción	Observaciones
Error de la entrega	() Material entregado diferente solicitado	
	() Calidad en la entrega diferente al solicitado	
	() Cantidades en facturas incompletas	
	() Otros	
Actitud tomada al momento de error en la entrega	() Pidió informaciones sobre el hecho	
	() Recibió el lote y comunico el error	
	() No recibió el material	
	() Otro	
Descripción resumida de la transacción realizada	Durante el periodo analizado (1.56 días), no se presentaron errores en la entrega de materiales.	

Indicador: EM = 0 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: PMa	
Clasificación del indicador:	Uso de recursos materiales
Nombre del indicador:	Perdida de materiales (Arena para cabezales)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	15-09-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$PMa = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100 \quad (\%)$
	C real = <i>Consumo Real</i> .- Cantidad de material realmente gastado para ejecutar un trabajo
	C teor = <i>Consumo teórico</i> .- Cantidad de material teóricamente necesaria para la ejecución de un trabajo, obtenida del proyecto
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Material:	Arena
Fecha de inicio de la medición:	15-09-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-09-2009

Identificación del material	Consumo Real (m³)	Consumo Teórico (m³)
Arena	3.1	2.72
Sumatoria	3.1	2.72

Indicador: P_{Ma} = 13.97 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: PMr	
Clasificación del indicador:	Uso de recursos materiales
Nombre del indicador:	Perdida de materiales (Ripio para cabezales)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	15-09-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$PMr = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100 \quad (\%)$
	C real = <i>Consumo Real</i> .- Cantidad de material realmente gastado para ejecutar un trabajo
	C teor = <i>Consumo teórico</i> .- Cantidad de material teóricamente necesaria para la ejecución de un trabajo, obtenida del proyecto
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Material:	Ripio
Fecha de inicio de la medición:	15-09-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-09-2009

Identificación del material	Consumo Real (m³)	Consumo Teórico (m³)
Ripio	4.66	4.08
Sumatoria	4.66	4.08

Indicador: PMr = 14.2 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: PMc	
Clasificación del indicador:	Uso de recursos materiales
Nombre del indicador:	Perdida de materiales (Cemento para cabezales)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	15-09-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$PMc = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100 \quad (%)$
	<i>C real = Consumo Real.</i> - Cantidad de material realmente gastado para ejecutar un trabajo
	<i>C teor = Consumo teórico.</i> - Cantidad de material teóricamente necesaria para la ejecución de un trabajo, obtenida del proyecto
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Material:	Cemento
Fecha de inicio de la medición:	15-09-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-09-2009

Identificación del material	Consumo Real (m³)	Consumo Teórico (m³)
Cemento	1.82	1.6
Sumatoria	1.82	1.6

Indicador: PMc= 13.8 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: PMH	
Clasificación del indicador:	Uso de recursos materiales
Nombre del indicador:	Perdida de materiales (Hormigón para cabezales)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	15-09-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$PMH = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100$ (%)
C real = <i>Consumo Real</i> .- Cantidad de material realmente gastado para ejecutar un trabajo	
C teor = <i>Consumo teórico</i> .- Cantidad de material teóricamente necesaria para la ejecución de un trabajo, obtenida del proyecto	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Material:	Hormigón
Fecha de inicio de la medición:	15-09-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-09-2009

Identificación del material	Consumo Real (m³)	Consumo Teórico (m³)
Hormigón	9.57	8.39
Sumatoria	9.57	8.39

Indicador: PMH = 14.06 %

La fundición de los cabezales se realizo con una dosificación 1:2:3, para obtener una resistencia de 210 Kg/cm²

MEDICION DE INDICADORES

<p>A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod E</p> <p>Clasificación del indicador: Procesos de producción</p> <p>Nombre del indicador: Productividad por servicio (alcantarilla-excavación)</p>	
<p>B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.</p> <p>Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA B.</p> <p>Obra: vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.</p> <p>Localización: Cotopaxi</p> <p>Fecha: 15-09-2009</p>	
<p>C. CRITERIOS PROPUESTOS.</p> <p>Formula: $I\ prod = \frac{HH}{Q\ serv}$ Unidad: HH/m³</p> <p>HH = <i>horas – hombre</i>.- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para excavación, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³)</i>.</p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para excavación es: 1.65 horas</p> <p>Excavación: 71.37 m³</p>	
<p>D. PROCESAMIENTO DE DATOS.</p> <p style="text-align: center;">PRODUCCION DE ALCANTARILLA (EXCAVACION)</p> <p>Tipo de alcantarilla: Tubo de acero corrugado</p> <p>Fecha de inicio de la medición: 15-09-2009</p> <p>Fecha de terminación de la medición: 16-09-2009</p> <p>Total horas medidas: 1.65 horas.</p> <p>Maquinaria utilizada: Excavadora</p>	

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
1 Maquinista	71.37	1.65	0.023
1 Albañil	71.37	1.65	0.023

$$\mathbf{I \text{ prod. E} = (0.023+0.023)/2=0.023}$$

Indicador: I prod. E = 0.023 HH/m³

CUADRILLA	LONGITUD (m)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m)
1 Maquinista	12.5	5.75	0.46
2 Albañiles	12.5	5.75	0.46
2 Peones	12.5	5.75	0.46

I prod. T = $(0.116+0.46+0.46)/3=0.345$ HH/m

Indicador: I prod. T = 0.345 HH/m

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod R

Clasificación del indicador: Procesos de producción

Nombre del indicador: Productividad por servicio (alcantarilla-relleno)

B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA B.

Obra: vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura-
alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km)
Abscisa 5+162.

Localización: Cotopaxi

Fecha: 15-09-2009

C. CRITERIOS PROPUESTOS.

Formula: $I\ prod = \frac{HH}{Q\ serv}$ Unidad: HH/m³

HH = *horas – hombre.*- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.

Para relleno, el tiempo que se demora en realizarlo.

$Q\ serv =$ *Cantidad de servicio producido (m³).*

Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.

El ciclo de producción para relleno es: 1.25 horas

Relleno: 61.56 m³

D. PROCESAMIENTO DE DATOS.

PRODUCCION DE ALCANTARILLA (RELLENO)

Tipo de alcantarilla: Tubo de acero corrugado

Fecha de inicio de la medición: 15-09-2009

Fecha de terminación de la medición: 16-09-2009

Total horas medidas: 1.25 horas.

Maquinaria utilizada: Excavadora

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
1 Maquinista	61.56	1.25	0.02

Indicador: I prod. R = 0.02 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod AE	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (alcantarilla- armado encofrado cabezal)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	15-09-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m ²
<p>HH = <i>horas – hombre.</i>- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^2).$</p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para armado de encofrado de cabezales es: 1.72 horas</p> <p>Encofrado: 26.58 m²</p>	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE ALCANTARILLA (ARMADO DE ENCONFRADO)	
Tipo de alcantarilla:	Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición:	15-09-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-09-2009
Total horas medidas:	1.72 horas.

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
1 Peón	26.58	1.72	0.06
1 Peón	26.58	1.72	0.06

$$\mathbf{I \text{ prod. AE} = (0.06+0.06)/2=0.06}$$

Indicador: **I prod. AE = 0.06 HH/m²**

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod CE	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (alcantarilla- colocación encofrado cabezal)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	15-09-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m ²
HH = <i>horas – hombre.</i> - Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.	
Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m²).</i>	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para colocación de encofrado de cabezales es: 1.33 horas	
Encofrado: 26.58 m ²	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE ALCANTARILLA (COLOCACION DE ENCONFRADO)	
Tipo de alcantarilla:	Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición:	15-09-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-09-2009
Total horas medidas:	1.33 horas.

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
2 Albañiles	26.58	1.33	0.05

Indicador: I prod. CE = 0.05 HH/m²

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
2 Peones	0.784	0.83	1.06

Indicador: I prod. EH = 1.06 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod HR	
Clasificación del indicador: Procesos de producción	
Nombre del indicador: Productividad por servicio (alcantarilla- colocación Hormigón en replantillo cabezal)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	15-09-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ³
<p>HH = <i>horas – hombre.</i>- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³).</i></p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para colocación de hormigón en replantillo es: 0.83 horas Hormigón en replantillo: 0.784 m³</p>	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE ALCANTARILLA (COLOCACION DE HORMIGON EN REPLANTILLO)	
Tipo de alcantarilla:	Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición:	15-09-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-09-2009
Total horas medidas:	0.83 horas.

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
2 Albañiles + 2 peones	0.784	0.83	1.06

Indicador: I prod. HR = 1.06 HH/m²

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod HM	
Clasificación del indicador: Procesos de producción	
Nombre del indicador: Productividad por servicio (alcantarilla - colocación Hormigón para muros cabezal)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	15-09-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I\ prod = \frac{HH}{Q\ serv}$	Unidad: HH/m ³
<p>HH = <i>horas – hombre.</i>- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³).</i></p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para colocación de hormigón en muros es: 2.5 horas</p> <p>Hormigón en muros: 8.786 m³</p>	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE ALCANTARILLA (COLOCACION DE HORMIGON EN MUROS)	
Tipo de alcantarilla:	Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición:	15-09-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-09-2009
Total horas medidas:	2.5 horas.
Maquinaria utilizada:	Mixer de 8 m ³

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
2 Albañiles + 2 peones	8.786	2.5	0.29

Indicador: I prod. HM = 0.29 HH/m²

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: TP-TA-TI	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Tiempos productivos, auxiliares e improductivos
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	15-09-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$TP = \frac{CTP}{NOT} \times 100$
	$TA = \frac{CTA}{NOT} \times 100$ Unidad: %
	$TI = \frac{CTI}{NOT} \times 100$
CTP = <i>Cantidades de tiempo productivas.</i> - tiempo aplicado a la ejecución de actividades que agreguen valor agregado al producto.	
CTA = <i>Cantidades de tiempo en actividades auxiliares.</i> - reúne a las actividades que a pesar de no agregar valor de manera directa al producto final, son necesarias para la ejecución del servicio.	
CTI = <i>Cantidades de tiempos de actividades improductivas.</i> - aquellas que no generan ningún beneficio al producto, ya sea por falta de dominio del proceso (evitables) por causas imprevistas (inevitables), o por inactividad de los trabajadores (ociosos); que no agreguen valor al producto.	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Servicio medido:	Alcantarilla
Longitud de la calle (m):	12
Volumen de excavación (m ³):	71.37
Volumen de hormigón (m ³):	9.57
Longitud de tubería (m):	12.5

Aspectos a considerar	Maquinaria y Albañilería		
	Descripción: Construcción de alcantarilla		
Cuadrilla	() Maestro Mayor (1) Maquinista (2) Peón (2) Albañiles		(5) Total
Tipo mano de obra contratada	() Ocasional	(x) Permanente	
Forma de contratar los servicios	() Por hora	(x) Por tarea	

	Tiempo Productivo	Tiempo Improductivo	Tiempo Auxiliar
Actividades	1.- Armado de tubería	10.- Inactivo seguridad	12.- Prepa. Maquina
	2.- Excavación y cama de arena	11.- Inactivo sin motivo	13.- Guía maquinista 1
	3.- Colocac. de tubería		14.- Guía a peones
	4.- Relleno y compactación		
	5.- Armado encofrado		
	6.- Coloc. Encofrado		
	7.- Elaboración hormigón para replantillo		
	8.- Coloc. Hormigón replantillo		
	9.- Coloc. Hormigón muros		

Tiempos productivos, improductivos y auxiliares

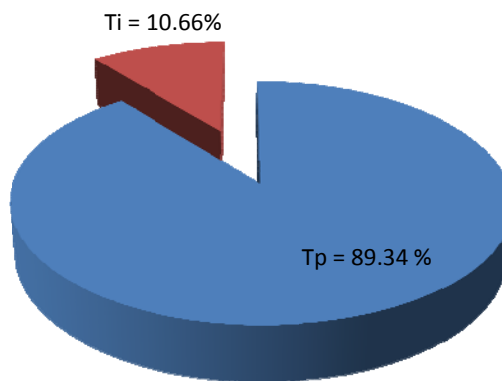
Tiempos (min)	45	90	135	180	225	270	315	360	405	450	495	540	585	630	675	720	765							
Maquinista	1	2	2	2	1	3	3	3	3	4	Maquinista es asignado a otra actividad													
Albañil 1	1	2	2	2	1	3	3	3	3	11								6	11	8	9	9	9	9
Albañil 2	1	1	1	1	1	3	3	3	3	11								6	11	8	9	9	9	9
Peón 1	1	1	1	1	1	5	5	5	3	11								11	7	8	9	9	9	9
Peón 2	1	1	1	1	1	5	5	5	3	11	11	7	8	9	9	9	9							

Porcentajes de Tiempos (%)	Productivos	Improductivos
Maquinista	100	0
Albañil 1	86.67	13.33
Albañil 2	86.67	13.33
Peón 1	86.67	13.33
Peón 2	86.67	13.33
Cuadrilla	89.34	10.66

Indicadores: TP= 89.34%

Indicadores: TI= 10.66%

Porcentaje de tiempos



MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR.		Código: DP
Clasificación del indicador:	Procesos de Producción	
Nombre del indicador:	Densidad de muros	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.		
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.	
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.	
Localización:	Cotopaxi	
Fecha:	15-09-2009	
C. CRITERIOS PROPUESTOS.		
Formula:	$DP = \frac{AM}{ARe}$	unidad: %
<i>AM = área de proyección de paredes internas y externas del muro.- la que resulta de la multiplicación del perímetro de las paredes medidos en el cabezal y el espesor de cada muro.</i>		
<i>Ar = área del replantillo.- medida en planta por la cara externa de los muros</i>		
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.		
Datos del proyecto. (Para 2 cabezales)		
Dimensiones replantillo (1° cabezal):	Largo(m): <u>1.4</u>	Ancho(m): <u>1.4</u> Altura(m): <u>0.2</u>
Dimensiones replantillo (2° cabezal):	Largo(m): <u>1.4</u>	Ancho(m): <u>1.4</u> Altura(m): <u>0.2</u>
Dimensiones 4 muros int. (1° cabezal):	Largo (m): <u>0.8</u>	Ancho(m): <u>0.3</u> Altura(m): <u>3.3</u>
Dimensiones 4 muros ext (1° cabezal):	Largo (m): <u>1.4</u>	Ancho(m): <u>0.3</u> Altura(m): <u>3.3</u>
Dimensiones 4 muros int. (2° cabezal):	Largo (m): <u>0.8</u>	Ancho(m): <u>0.3</u> Altura(m): <u>3.1</u>
Dimensiones 4 muros ext (2° cabezal):	Largo (m): <u>1.4</u>	Ancho(m): <u>0.3</u> Altura(m): <u>3.1</u>
No. Total de muros:	8	
Para 2 cabezales:		
A replantillo (m²):	<u>3.92</u>	
A de 8 muros (m²):	<u>56.32</u>	
A total de construcción (m²):	<u>60.24</u>	
Perímetro de muros PM (m):	<u>137.6</u>	

No. tramo	Perímetro (m)	Espesor (m)	Ap. int (m ²)	Perímetro (m)	Espesor (m)	Ap. ext. (m ²)
1	8.2	0.3	2.46	9.4	0.3	2.82
2	8.2	0.3	2.46	9.4	0.3	2.82
3	8.2	0.3	2.46	9.4	0.3	2.82
4	8.2	0.3	2.46	9.4	0.3	2.82
5	7.8	0.3	2.34	9	0.3	2.7
6	7.8	0.3	2.34	9	0.3	2.7
7	7.8	0.3	2.34	9	0.3	2.7
8	7.8	0.3	2.34	9	0.3	2.7

Sumatorio Ap.i = 19.20

Sumatorio Ap.e = 22.08

$$\text{Ap. (m}^2\text{)} = 41.28$$

$$\text{DP} = 41.28/3.92 = 10.53\%$$

Indicador: DP = 10.53 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR.		Código: I conc.												
Clasificación del indicador:	Procesos de Producción													
Nombre del indicador:	Relación volumen de concreto y área construida													
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.														
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.													
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.													
Localización:	Cotopaxi													
Fecha:	15-09-2009													
C. CRITERIOS PROPUESTOS.														
Formula:	$I\ conc = \frac{V\ conc}{At}$													
	V conc. = <i>volumen de concreto</i> .- dato obtenido en el proyecto, incluye volumen del replantillo.													
	At = <i>área total de construcción</i> .- medido en planos del proyecto													
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.														
Datos del proyecto.	At (m ²) = 60.24													
Tiene sistema de paredes portantes:	si <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/>													
Marcar con una X:														
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">Tipo de concreto</th> <th style="padding: 5px;">Replantillo</th> <th style="padding: 5px;">Muros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Concreto mezclado en sitio</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">X</td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Concreto pre-mezclado</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">X</td> </tr> </tbody> </table>			Tipo de concreto	Replantillo	Muros	Concreto mezclado en sitio	X		Concreto pre-mezclado		X			
Tipo de concreto	Replantillo	Muros												
Concreto mezclado en sitio	X													
Concreto pre-mezclado		X												
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">ELEMENTO</th> <th style="padding: 5px;">f'c</th> <th style="padding: 5px;">Volumen de concreto (m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">REPLANTILLO</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">210</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">0.784</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">MUROS</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">210</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">8.786</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right; padding: 5px;">TOTAL:</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">9.57 m³</td> </tr> </tbody> </table>			ELEMENTO	f'c	Volumen de concreto (m ³)	REPLANTILLO	210	0.784	MUROS	210	8.786	TOTAL:		9.57 m ³
ELEMENTO	f'c	Volumen de concreto (m ³)												
REPLANTILLO	210	0.784												
MUROS	210	8.786												
TOTAL:		9.57 m ³												
Indicador: I conc. = 0.159 (m³/m²)														

Cuneta de coronación. La medición de este rubro se llevó a cabo en la localidad de Ambato – Rio Blanco en la provincia de Tungurahua. La construcción de este sistema de drenaje fue una cuneta tipo triangular con una sección típica de 0.25 m², (1m * 0.5m hasta el nivel respectivo del fondo) y longitud de 28 m.

Para la medición de este rubro se ha tomado en cuenta los siguientes indicadores:

- Productividad por servicio
- Tiempos productivos, auxiliares e improductivos

Planillas propuestas para medición de indicadores (c. coronación.)

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod. E	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (c. coronación- excavación)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA C.
Obra:	Construcción de cuneta vía Ambato – Rio blanco
Localización:	Tungurahua
Fecha:	01-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ³
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para cuneta de coronación, el tiempo que se demora en realizarlo.	
Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³)</i> .	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para la excavación es: 6.35 horas	
Excavación: 7 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE C. CORONACION (EXCAVACION)	
Tipo de drenaje:	C. coronación (28 m.)
Fecha de inicio de la medición:	01-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	01-10-2009
Total horas medidas:	6.35.
Equipo utilizado:	Manual

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
1 Maestro Mayor + 9 peones	7	6.35	0.907

$$\mathbf{I \text{ prod. E} = 0.907/10 = 0.091 \text{ HH/m}^3}$$

Indicador: I prod. E = 0.091 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: TP-TA-TI

Clasificación del indicador: Procesos de producción

Nombre del indicador: Tiempos productivos, auxiliares e improductivos

B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA C.

Obra: Construcción de cuneta vía Ambato – Rio blanco

Localización: Tungurahua

Fecha: 01-10-2009

C. CRITERIOS PROPUESTOS.

Formula: $TP = \frac{CTP}{NOT} \times 100$

$TA = \frac{CTA}{NOT} \times 100$ Unidad: %

$TI = \frac{CTI}{NOT} \times 100$

CTP = *Cantidades de tiempo productivas.*- tiempo aplicado a la ejecución de actividades que agreguen valor agregado al producto.

CTA = *Cantidades de tiempo en actividades auxiliares.*- reúne a las actividades que a pesar de no agregar valor de manera directa al producto final, son necesarias para la ejecución del servicio.

CTI = *Cantidades de tiempos de actividades improductivas.*- aquellas que no generan ningún beneficio al producto, ya sea por falta de dominio del proceso (evitables) por causas imprevistas (inevitables), o por inactividad de los trabajadores (ociosos); que no agreguen valor al producto.

D. PROCESAMIENTO DE DATOS.

Servicio medido: C. de coronación

Metros lineales de construcción (m): 28

Aspectos a considerar	Maquinaria y Albañilería		
	Descripción: Construcción de c. coronación.		
Cuadrilla	(1) Maestro Mayor (0) Maquinista (9) Peón		(10) Total
Tipo mano de obra contratada	() Ocasional	(x) Permanente	
Forma de contratar los servicios	() Por hora	(x) Por tarea	

Tiempo Productivo, Improductivo, Auxiliar										
Tiempo (min)	45	90	135	180	225	270	315	360	405	
Maestro Mayor	1	1	1	1	2	2	1	1	1	
Peón 1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	
Peón 2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	
Peón 3	1	1	1	1	2	3	1	1	1	
Peón 4	1	1	1	1	2	2	1	1	1	
Peón 5	1	1	1	1	1	2	1	1	1	
Peón 6	1	1	1	1	1	2	1	1	1	
Peón 7	1	1	1	1	1	2	1	1	1	
Peón 8	1	1	1	1	1	2	1	1	1	
Peón 9	1	1	1	1	1	2	1	1	1	
	Tiempo Productivo			Tiempo Improductivo			Tiempo Auxiliar			
Actividades	1.- Excavación			2.- Inactivo sin motivo			3.- Arreglo herramientas			
							4.- Guía a peones			

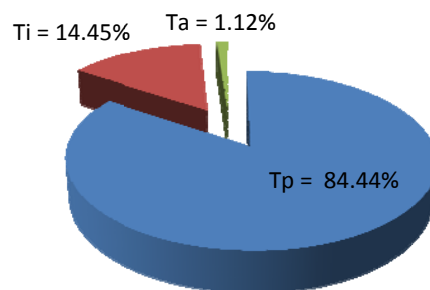
Porcentajes de Tiempos (%)	Productivos	Improductivos	Auxiliares
Maestro Mayor	77.78	22.22	0
Peón 1	88.88	11.12	0
Peón 2	77.78	22.22	0
Peón 3	77.78	11.12	11.12
Peón 4	77.78	22.22	0
Peón 5	88.88	11.12	0
Peón 6	88.88	11.12	0
Peón 7	88.88	11.12	0
Peón 8	88.88	11.12	0
Peón 9	88.88	11.12	0
CUADRILLA	84.44	14.45	1.112

Indicadores: TP= 84.44 %

Indicadores: TA= 1.112%

Indicadores: TI= 14.45%

Porcentaje de tiempos



Cunetas Laterales. La medición de este rubro se llevó a cabo en la localidad de Mocache, en la provincia de Los Ríos. La construcción de este sistema de drenaje fue con revestimiento de hormigón de 180 Kg/cm^2 , de acuerdo al diseño hidráulico según especificaciones dadas por el contratante.

Para la medición de este rubro se ha tomado en cuenta los siguientes indicadores:

- Índice de errores en la entrega de materiales
- Pérdida de materiales
- Productividad por servicio
- Tiempos productivos auxiliares e improductivos
- Relación volumen de concreto y área construida

Planillas propuestas para medición de indicadores (c. lateral).

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: EM	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Índice de errores en la entrega del material
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$EM = \frac{\sum NE}{\sum NT} \times 100$ (%)
NE = <i>Número de errores en la entrega del material.</i> - Son considerados errores en la entrega de materiales:	
a. Retraso en la entrega de los materiales (más de un día).	
h. Falta de documentos de respaldo donde se pueda comprobar las cantidades y especificaciones de los ítems.	
i. Diferencias existentes entre la cantidad o especificaciones del material que consta en la factura (o cualquier otro documento correspondiente) y el material efectivamente entregado en la obra.	
NT = <i>Número de transacciones (compras) realizadas.</i> - corresponde al número de compras realizadas en un periodo determinado.	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Datos del proyecto.	
Fecha de inicio de obra:	
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009
Periodo analizado:	0.4 días (9.56 horas)
Numero de transacciones durante el periodo:	2.
Frecuencia de transacciones (trans./día):	5 trans./día
E. OBSERVACIONES.	

Parámetros considerados	Descripción	Observaciones
Error de la entrega	() Material entregado diferente solicitado	
	() Calidad en la entrega diferente al solicitado	
	() Cantidades en facturas incompletas	
	() Otros	
Actitud tomada al momento de error en la entrega	() Pidió informaciones sobre el hecho	
	() Recibió el lote y comunico el error	
	() No recibió el material	
	() Otro	
Descripción resumida de la transacción realizada	Durante el periodo analizado (4 días), no se presentaron errores en la entrega de materiales.	

Indicador: EM = 0 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: PMa	
Clasificación del indicador:	Uso de recursos materiales
Nombre del indicador:	Perdida de materiales (Arena para cuneta)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$PMa = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100 \quad (\%)$
C real = <i>Consumo Real</i> .- Cantidad de material realmente gastado para ejecutar un trabajo	
C teor = <i>Consumo teórico</i> .- Cantidad de material teóricamente necesaria para la ejecución de un trabajo, obtenida del proyecto	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Material:	Arena
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009

Identificación del material	Consumo Real (m³)	Consumo Teórico (m³)
Arena	8.31	7.29
Sumatoria	8.31	7.29

Indicador: PMA = 13.99 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: PMr	
Clasificación del indicador:	Uso de recursos materiales
Nombre del indicador:	Perdida de materiales (Ripio para Cunetas)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$PMr = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100 \quad (\%)$
C real = <i>Consumo Real</i> .- Cantidad de material realmente gastado para ejecutar un trabajo	
C teor = <i>Consumo teórico</i> .- Cantidad de material teóricamente necesaria para la ejecución de un trabajo, obtenida del proyecto	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Material:	Ripio
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009

Identificación del material	Consumo Real (m³)	Consumo Teórico (m³)
Ripio	10.98	9.72
Sumatoria	10.98	9.72

Indicador: PMr = 12.96 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: PMc	
Clasificación del indicador:	Uso de recursos materiales
Nombre del indicador:	Perdida de materiales (Cemento para cunetas)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$PMc = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100 \quad (\%)$
	<i>C real = Consumo Real.</i> - Cantidad de material realmente gastado para ejecutar un trabajo
	<i>C teor = Consumo teórico.</i> - Cantidad de material teóricamente necesaria para la ejecución de un trabajo, obtenida del proyecto
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Material:	Cemento
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009

Identificación del material	Consumo Real (m³)	Consumo Teórico (m³)
Cemento	2.79	2.43
Sumatoria	2.79	2.43

Indicador: PMc= 14.8 %

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: PMH	
Clasificación del indicador:	Uso de recursos materiales
Nombre del indicador:	Perdida de materiales (Hormigón para cunetas)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$PMH = \frac{(C_{real} - C_{teor})}{C_{teor}} \times 100$ (%)
C real = <i>Consumo Real</i> .- Cantidad de material realmente gastado para ejecutar un trabajo	
C teor = <i>Consumo teórico</i> .- Cantidad de material teóricamente necesaria para la ejecución de un trabajo, obtenida del proyecto	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Material:	Hormigón
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009

Identificación del material	Consumo Real (m³)	Consumo Teórico (m³)
Hormigón	17.1	15
Sumatoria	17.1	15

Indicador: PMH = 14 %

La fundición de las cunetas se realizo con una dosificación 1:3:4, para obtener una resistencia de 180 Kg/cm²

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod E Clasificación del indicador: Procesos de producción Nombre del indicador: Productividad por servicio (cuneta-excavación)											
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA D. Obra: vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha. Localización: Los Ríos Fecha: 15-10-2009											
C. CRITERIOS PROPUESTOS. Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m ³ HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto. Para excavación, el tiempo que se demora en realizarlo. Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³)</i> . Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo. El ciclo de producción para excavación es: 6 horas Excavación: 15 m ³											
D. PROCESAMIENTO DE DATOS. <div style="text-align: center;">PRODUCCION DE CUNETA (EXCAVACION)</div> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Tipo de cuneta:</td> <td>Lateral revestida</td> </tr> <tr> <td>Fecha de inicio de la medición:</td> <td>15-10-2009</td> </tr> <tr> <td>Fecha de terminación de la medición:</td> <td>16-10-2009</td> </tr> <tr> <td>Total horas medidas:</td> <td>6 horas.</td> </tr> <tr> <td>Maquinaria utilizada:</td> <td>Manual</td> </tr> </table>		Tipo de cuneta:	Lateral revestida	Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009	Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009	Total horas medidas:	6 horas.	Maquinaria utilizada:	Manual
Tipo de cuneta:	Lateral revestida										
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009										
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009										
Total horas medidas:	6 horas.										
Maquinaria utilizada:	Manual										

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
2 Peones	15	6	0.4

Indicador: I prod. E = 0.4 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod AE Clasificación del indicador: Procesos de producción Nombre del indicador: Productividad por servicio (cuneta- armado encofrado espaldar)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA D. Obra: vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha. Localización: Los Ríos Fecha: 15-10-2009	
C. CRITERIOS PROPUESTOS. Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m ² HH = <i>horas – hombre.</i> - Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto. Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo. $Q serv = Cantidad de servicio producido (m^2).$ Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo. El ciclo de producción para armado de encofrado de cabezales es: 0.9 horas Encofrado: 7.5 m ²	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS. <p style="text-align: center;">PRODUCCION DE CUNETAS (ARMADO DE ENCONFRADO)</p> Tipo de cuneta: Lateral revestida Fecha de inicio de la medición: 15-10-2009 Fecha de terminación de la medición: 16-10-2009 Total horas medidas: 0.9 horas.	

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
1 Albañil	7.5	0.9	0.12

Indicador: **I prod. AE = 0.12 HH/m²**

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod CE	
Clasificación del indicador: Procesos de producción	
Nombre del indicador: Productividad por servicio (cuneta- colocación encofrado espaldar)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ²
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.	
$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^2)$.	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para colocación de encofrado de cabezales es: 3.83 horas	
Encofrado: 45 m ²	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE CUNETA (COLOCACION DE ENCONFRADO)	
Tipo de cuneta:	Lateral revestida
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009
Total horas medidas:	3.83 horas.

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
1 Albañil	45	3.83	0.085

Indicador: I prod. CE = 0.085 HH/m²

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod AEJ Clasificación del indicador: Procesos de producción Nombre del indicador: Productividad por servicio (cuneta- armado encofrado juntas y colocación)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA D. Obra: vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha. Localización: Los Ríos Fecha: 15-10-2009	
C. CRITERIOS PROPUESTOS. Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m ² HH = <i>horas – hombre.</i> - Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto. Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo. $Q serv = Cantidad de servicio producido (m^2).$ Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo. El ciclo de producción para armado de encofrado de cabezales es: 4.13 horas Encofrado: 7.44 m ²	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS. <p style="text-align: center;">PRODUCCION DE CUNETA (ARMADO DE ENCONFRADO JUNTAS Y COLOCACION)</p> Tipo de cuneta: Lateral revestida Fecha de inicio de la medición: 15-10-2009 Fecha de terminación de la medición: 16-10-2009 Total horas medidas: 4.13 horas.	

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
1 Albañil	7.44	4.13	0.55

Indicador: I prod. AEJ = 0.55 HH/m²

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod EH	
Clasificación del indicador: Procesos de producción	
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (cuneta- elaboración de hormigón)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ³
<p>HH = <i>horas – hombre</i>.- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^3)$.</p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para elaboración de hormigón para cuneta: 7.5 horas</p> <p>Hormigón: 15 m³</p>	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE CUNETA (ELABORACION DE HORMIGON)	
Tipo de cuneta:	Lateral revestida
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009
Total horas medidas:	7.5 horas.

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
2 Albañiles + 2 Peón	15	7.5	0.5

Indicador: I prod. EH = 0.5 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod HE Clasificación del indicador: Procesos de producción Nombre del indicador: Productividad por servicio (cuneta- colocación Hormigón en espaldar)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA D. Obra: vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha. Localización: Los Ríos Fecha: 15-10-2009	
C. CRITERIOS PROPUESTOS. Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m ³ HH = <i>horas – hombre.</i> - Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto. Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo. Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³).</i> Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo. El ciclo de producción para colocación de hormigón en espaldar es: 7.82 horas Hormigón en espaldar: 4.5 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS. PRODUCCION DE CUNETAS (COLOCACION DE HORMIGON EN ESPALDAR) Tipo de cuneta : Lateral revestida Fecha de inicio de la medición: 15-10-2009 Fecha de terminación de la medición: 16-10-2009 Total horas medidas: 7.82 horas.	

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
4 peones	4.5	7.82	1.74

Indicador: I prod. HE = 1.74 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod HR Clasificación del indicador: Procesos de producción Nombre del indicador: Productividad por servicio (cuneta - colocación Hormigón para replantillo)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA D. Obra: vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha. Localización: Los Ríos Fecha: 15-10-2009	
C. CRITERIOS PROPUESTOS. Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m ³ HH = <i>horas – hombre.</i> - Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto. Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo. Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³).</i> Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo. El ciclo de producción para colocación de hormigón en muros es: 7.5 horas Hormigón en replantillo: 10.5 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS. PRODUCCION DE CUNETAS (COLOCACION DE HORMIGON EN REPLANTILLO) Tipo de cuneta : Lateral revestida Fecha de inicio de la medición: 15-10-2009 Fecha de terminación de la medición: 16-10-2009 Total horas medidas: 7.5 horas.	

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
4 peones	10.5	7.5	0.71

Indicador: I prod. HR = 0.71 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod HD	
Clasificación del indicador: Procesos de producción	
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (cuneta - colocación Hormigón para descarga)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ³
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.	
$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^3)$.	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para colocación de hormigón en muros es: 0.16 horas	
Hormigón en descarga: 0.2 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE CUNETAS (COLOCACION DE HORMIGON EN DESCARGA)	
Tipo de cuneta :	Lateral revestida
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009
Total horas medidas:	0.16 horas.

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
4 peones	0.20	0.16	0.8

Indicador: I prod. HD = 0.8 HH/m³

MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: TP-TA-TI	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Tiempos productivos, auxiliares e improductivos
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$TP = \frac{CTP}{NOT} \times 100$
	$TA = \frac{CTA}{NOT} \times 100$ Unidad: %
	$TI = \frac{CTI}{NOT} \times 100$
<p>CTP = <i>Cantidades de tiempo productivas.</i>- tiempo aplicado a la ejecución de actividades que agreguen valor agregado al producto.</p> <p>CTA = <i>Cantidades de tiempo en actividades auxiliares.</i>- reúne a las actividades que a pesar de no agregar valor de manera directa al producto final, son necesarias para la ejecución del servicio.</p> <p>CTI = <i>Cantidades de tiempos de actividades improductivas.</i>- aquellas que no generan ningún beneficio al producto, ya sea por falta de dominio del proceso (evitables) por causas imprevistas (inevitables), o por inactividad de los trabajadores (ociosos); que no agreguen valor al producto.</p>	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
Servicio medido:	Cuneta Lateral
Longitud de la cuneta (m):	150
Volumen de excavación (m ³):	15
Volumen de hormigón (m ³):	17.1
Área de encofrado (m ²):	14.94

Aspectos a considerar	Maquinaria y Albañilería		
	Descripción: Construcción de alcantarilla		
Cuadrilla	(0) Maestro Mayor (0) Maquinista (7) Peón (4) Albañiles		(11) Total
Tipo mano de obra contratada	() Ocasional	(x) Permanente	
Forma de contratar los servicios	() Por hora	(x) Por tarea	

Actividades	Tiempo Productivo	Tiempo Improductivo	Tiempo Auxiliar
	1.- Excavación	9.- Inactivo seguridad	11.- Prepa. Maquina
	2.- Armado de encofrado para espaldar 7.5 m ²	10.- Inactivo sin motivo	12.- Guía peones
	3.- Colocación de encofrado		
	4.- Armado y colocación de encofrado para juntas		
	5.- Elaboración de hormigón		
	6.- Colocación de hormigón espaldar		
	7.- Colocación hormigón replantillo		
	8.- Obras menores		

Tiempos productivos, improductivos y auxiliares

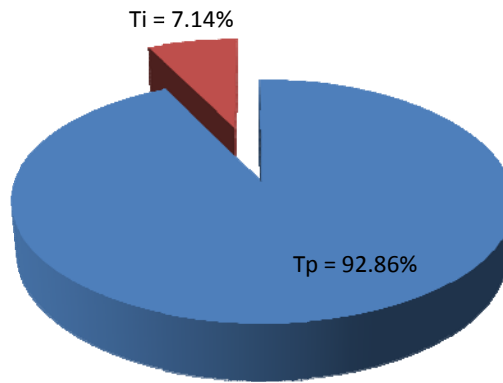
Tiempos (min)	38	76	114	152	190	228	266	304	342	380	418	456	494	532
Albañil 1	8	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Albañil 2	8	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Albañil 3	2	2	10	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3
Albañil 4	4	4	4	4	4	4	4	10	5	5	5	5	5	5
Peón 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7
Peón 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	7
Peón 3	8	10	10	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7
Peón 4	8	10	10	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7
Peón 5	8	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Peón 6	8	10	10	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7
Peón 7	8	10	10	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7

Porcentajes de Tiempos (%)	Productivos	Improductivos
Albañil 1	85.71	14.29
Albañil 2	85.71	14.29
Albañil 3	92.86	7.14
Albañil 4	92.86	7.14
Peón 1	100	0
Peón 2	100	0
Peón 3	92.86	7.14
Peón 4	92.86	7.14
Peón 5	92.86	7.14
Peón 6	92.86	7.14
Peón 7	92.86	7.14
Cuadrilla	92.86	7.14

Indicadores: TP= 92.86 %

Indicadores: TI= 7.14 %

Porcentaje de tiempos



MEDICION DE INDICADORES

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR.		Código: I conc.												
Clasificación del indicador:	Procesos de Producción													
Nombre del indicador:	Relación volumen de concreto y área construida													
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.														
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.													
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.													
Localización:	Los Ríos													
Fecha:	15-10-2009													
C. CRITERIOS PROPUESTOS.														
Formula: $I_{conc} = \frac{V_{conc}}{A_t}$														
V conc. = <i>volumen de concreto</i> .- dato obtenido en el proyecto, incluye volumen del replantillo.														
A _t = <i>área total de construcción</i> .- medido en planos del proyecto														
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.														
Datos del proyecto.		A _t (m ²) = 150												
Tiene sistema de paredes portantes: si <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/>														
Marcar con una X:														
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">Tipo de concreto</th> <th style="padding: 5px;">Replantillo</th> <th style="padding: 5px;">Espaldar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Concreto mezclado en sitio</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">X</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">X</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Concreto pre-mezclado</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> </tbody> </table>			Tipo de concreto	Replantillo	Espaldar	Concreto mezclado en sitio	X	X	Concreto pre-mezclado					
Tipo de concreto	Replantillo	Espaldar												
Concreto mezclado en sitio	X	X												
Concreto pre-mezclado														
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">ELEMENTO</th> <th style="padding: 5px;">f'c</th> <th style="padding: 5px;">Volumen de concreto (m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">REPLANTILLO</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">180</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">10.5</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">ESPALDAR</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">180</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">4.5</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right; padding: 5px;">TOTAL:</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">15 m³</td> </tr> </tbody> </table>			ELEMENTO	f'c	Volumen de concreto (m ³)	REPLANTILLO	180	10.5	ESPALDAR	180	4.5	TOTAL:		15 m ³
ELEMENTO	f'c	Volumen de concreto (m ³)												
REPLANTILLO	180	10.5												
ESPALDAR	180	4.5												
TOTAL:		15 m ³												
Indicador: I conc. = 0.1 (m³/m²)														

3.3 Medición de la productividad de los rubros con procesos optimizados

Para este subcapítulo, se ha considerado las mismas planillas de productividad por servicio planteadas en el subcapítulo 3.2, para todos los rubros, ya que la productividad por servicio también es un indicador.

Subdrenes. Para la medición de productividad en este rubro se ha tomado en cuenta:

- Excavación.
- Instalación de geotextil
- Relleno con material filtrante

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR.		Código: I prod. E
Clasificación del indicador:	Procesos de producción	
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (subdrén- excavación)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.		
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA A.	
Obra:	Construcción de la vía Lagarto-Pizares 35 km.	
Localización:	Esmeraldas	
Fecha:	10-09-2009	
C. CRITERIOS PROPUESTOS.		
Formula:	$I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ³
<p>HH = <i>horas – hombre.</i>- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para subdrén, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³).</i></p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para la excavación es: 1 hora</p> <p>Excavación: 72 m³</p>		
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.		
PRODUCCION DE SUBDRÉN (EXCAVACION)		
Tipo de Subdrén:	Subdrén francés (100m.)	
Fecha de inicio de la medición:	10-09-2009	
Fecha de terminación de la medición:	10-09-2009	
Total horas medidas:	1 hora.	
Equipo utilizado:	Retroexcavadora	

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
Maquinista 1	72	1	0.014

Indicador: I prod. E = 0.014 HH/m³

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod G

Clasificación del indicador: Procesos de producción
Nombre del indicador: Productividad por servicio (subdrén- geotextil)

B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA A.
Obra: Construcción de la vía Lagarto-Pizares 35 km.
Localización: Esmeraldas
Fecha: 10-09-2009

C. CRITERIOS PROPUESTOS.

Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m²

HH = *horas – hombre*.- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.

Para subdrén, el tiempo que se demora en realizarlo.

$Q serv =$ Cantidad de servicio producido (m²).

Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.

El ciclo de producción para la colocación de geotextil es: 1.2 horas

Geotextil: 400 m²

D. PROCESAMIENTO DE DATOS.

PRODUCCION DE SUBDREN (GEOTEXTIL)

Tipo de Subdrén: Subdrén francés (100m.)
Fecha de inicio de la medición: 10-09-2009
Fecha de terminación de la medición: 10-09-2009
Total horas medidas: 1.2 horas.

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
2 Peones	400	1.2	0.003

Indicador: I prod. G = 0.003 HH/m²

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod MF

Clasificación del indicador: Procesos de producción

Nombre del indicador: Productividad por servicio (subdrén- material filtrante)

B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA A.

Obra: Construcción de la vía Lagarto-Pizares 35 km.

Localización: Esmeraldas

Fecha: 10-09-2009

C. CRITERIOS PROPUESTOS.

Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m³

HH = *horas – hombre*.- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.

Para subdrén, el tiempo que se demora en realizarlo.

$Q serv =$ Cantidad de servicio producido (m³).

Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.

El ciclo de producción para material filtrante es: 0.8 horas

Material filtrante: 72 m³

D. PROCESAMIENTO DE DATOS.

PRODUCCION DE SUBDREN (MATERIAL FILTRANTE)

Tipo de Subdrén: Subdrén francés (100m.)

Fecha de inicio de la medición: 10-09-2009

Fecha de terminación de la medición: 10-09-2009

Total horas medidas: 0.8 horas.

Equipo utilizado: Mini cargador.

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
Maquinista 2 + 1 Peón	72	0.8	0.011

Indicador: I prod. MF = 0.011 HH/m³

Alcantarillas. Para la medición de productividad en este rubro se ha tomado en cuenta:

- Excavación en alcantarilla tomando en cuenta la ubicación de tubos, etc.
- Colocación y armado de tubería
- Relleno con compactada
- Armado de encofrado para cabezales
- Colocación de encofrado
- Elaboración hormigón para replantillo
- Colocación hormigón replantillo
- Colocación de hormigón en muros con vibrado y bomba

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod E	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (alcantarilla-excavación)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	15-09-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ³
HH = <i>horas – hombre.</i> - Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para excavación, el tiempo que se demora en realizarlo.	
Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³).</i>	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para excavación es: 1.65 horas	
Excavación: 71.37 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE ALCANTARILLA (EXCAVACION)	
Tipo de alcantarilla:	Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición:	15-09-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-09-2009
Total horas medidas:	1.65 horas.
Maquinaria utilizada:	Excavadora

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
1 Maquinista	71.37	1.65	0.023
1 Albañil	71.37	1.65	0.023

$$\mathbf{I \text{ prod. E} = (0.023+0.023)/2=0.023}$$

Indicador: I prod. E = 0.023 HH/m³

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod T	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (alcantarilla-tubería)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	15-09-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para colocación de tubería, el tiempo que se demora en realizarlo.	
Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m)</i> .	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para colocación de tubería es: 5.75 horas	
Colocación de tubería: 12.5 m	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE ALCANTARILLA (TUBERIA)	
Tipo de alcantarilla:	Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición:	15-09-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-09-2009
Total horas medidas:	5.75 horas.
Maquinaria utilizada:	Excavadora

CUADRILLA	LONGITUD (m)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m)
1 Maquinista	12.5	5.75	0.46
2 Albañiles	12.5	5.75	0.46
2 Peones	12.5	5.75	0.46

I prod. T = $(0.116+0.46+0.46)/3=0.345$ HH/m

Indicador: I prod. T = 0.345 HH/m

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod R

Clasificación del indicador: Procesos de producción

Nombre del indicador: Productividad por servicio (alcantarilla-relleno)

B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA B.

Obra: vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura-
alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km)
Abscisa 5+162.

Localización: Cotopaxi

Fecha: 15-09-2009

C. CRITERIOS PROPUESTOS.

Formula: $I_{prod} = \frac{HH}{Q_{serv}}$ Unidad: HH/m³

HH = *horas – hombre*.- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.

Para relleno, el tiempo que se demora en realizarlo.

$Q_{serv} =$ Cantidad de servicio producido (m³).

Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.

El ciclo de producción para relleno es: 1.25 horas

Relleno: 61.56 m³

D. PROCESAMIENTO DE DATOS.

PRODUCCION DE ALCANTARILLA (RELLENO)

Tipo de alcantarilla: Tubo de acero corrugado

Fecha de inicio de la medición: 15-09-2009

Fecha de terminación de la medición: 16-09-2009

Total horas medidas: 1.25 horas.

Maquinaria utilizada: Excavadora

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
1 Maquinista	61.56	1.25	0.02

Indicador: I prod. R = 0.02 HH/m³

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod AE	
Clasificación del indicador: Procesos de producción	
Nombre del indicador: Productividad por servicio (alcantarilla- armado encofrado cabezal)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	15-09-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$I\ prod = \frac{HH}{Q\ serv}$
Unidad:	HH/m ²
<p>HH = <i>horas – hombre</i>.- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m²)</i>.</p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para armado de encofrado de cabezales es: 1.72 horas</p> <p>Encofrado: 26.58 m²</p>	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE ALCANTARILLA (ARMADO DE ENCONFRADO)	
Tipo de alcantarilla:	Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición:	15-09-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-09-2009
Total horas medidas:	1.72 horas.

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
1 Peón	26.58	1.72	0.06
1 Peón	26.58	1.72	0.06

$$\mathbf{I \text{ prod. AE} = (0.06+0.06)/2=0.06}$$

Indicador: **I prod. AE = 0.06 HH/m²**

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod CE

Clasificación del indicador: Procesos de producción

Nombre del indicador: Productividad por servicio (alcantarilla- colocación encofrado cabezal)

B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA B.

Obra: vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura-
alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km)
Abscisa 5+162.

Localización: Cotopaxi

Fecha: 15-09-2009

C. CRITERIOS PROPUESTOS.

Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m²

HH = *horas – hombre*.- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.

Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.

$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^2)$.

Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.

El ciclo de producción para colocación de encofrado de cabezales es: 1.33 horas

Encofrado: 26.58 m²

D. PROCESAMIENTO DE DATOS.

PRODUCCION DE ALCANTARILLA (COLOCACION DE ENCONFRADO)

Tipo de alcantarilla: Tubo de acero corrugado

Fecha de inicio de la medición: 15-09-2009

Fecha de terminación de la medición: 16-09-2009

Total horas medidas: 1.33 horas.

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
2 Albañiles	26.58	1.33	0.05

Indicador: I prod. CE = 0.05 HH/m²

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod EH	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (alcantarilla-elaboración de hormigón para replantillo)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	15-09-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ³
HH = <i>horas – hombre.</i> - Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.	
Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³).</i>	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para elaboración de hormigón para replantillo: 0.83 horas Hormigón: 0.784 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE ALCANTARILLA (ELABORACION DE HORMIGON)	
Tipo de alcantarilla:	Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición:	15-09-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-09-2009
Total horas medidas:	0.83 horas.

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
2 Peones	0.784	0.83	1.06

Indicador: I prod. EH = 1.06 HH/m³

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
2 Albañiles + 2 peones	0.784	0.83	1.06

Indicador: I prod. HR = 1.06 HH/m²

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod HM	
Clasificación del indicador: Procesos de producción	
Nombre del indicador: Productividad por servicio (alcantarilla - colocación Hormigón para muros cabezal)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA B.
Obra:	vía la FAE Latacunga-Sanbuenaventura- alaquez - José guangobajo - Mulaló (12km) Abscisa 5+162.
Localización:	Cotopaxi
Fecha:	15-09-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$I\ prod = \frac{HH}{Q\ serv}$ Unidad: HH/m ³
<p>HH = <i>horas – hombre.</i>- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³).</i></p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para colocación de hormigón en muros es: 2.5 horas</p> <p>Hormigón en muros: 8.786 m³</p>	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE ALCANTARILLA (COLOCACION DE HORMIGON EN MUROS)	
Tipo de alcantarilla:	Tubo de acero corrugado
Fecha de inicio de la medición:	15-09-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-09-2009
Total horas medidas:	2.5 horas.
Maquinaria utilizada:	Mixer de 8 m ³

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
2 Albañiles + 2 peones	8.786	2.5	0.29

Indicador: I prod. HM = 0.29 HH/m²

Cuneta de coronación. Para la medición de productividad en este rubro se ha tomado en cuenta:

- Excavación manual en cuneta de coronación. (cangagua).

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod. E	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (c. coronación- excavación)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA C.
Obra:	Construcción de cuneta vía Ambato – Rio blanco
Localización:	Tungurahua
Fecha:	01-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula:	$I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m³
<p>HH = <i>horas – hombre.</i>- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.</p> <p>Para cuneta de coronación, el tiempo que se demora en realizarlo.</p> <p>Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³).</i></p> <p>Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.</p> <p>El ciclo de producción para la excavación es: 6.35 horas</p> <p>Excavación: 7 m³</p>	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE C. CORONACION (EXCAVACION)	
Tipo de drenaje:	C. coronación (28 m.)
Fecha de inicio de la medición:	01-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	01-10-2009
Total horas medidas:	6.35.
Equipo utilizado:	Manual

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
1 Maestro Mayor + 9 peones	7	6.35	0.907

$$\mathbf{I \text{ prod. E} = 0.907/10 = 0.091 \text{ HH/m}^3}$$

Indicador: I prod. E = 0.091 HH/m³

Cunetas laterales. Para la medición de productividad en este rubro se ha tomado en cuenta:

- Excavación manual en cunetas laterales (sub-base)
- Armado de encofrado para espaldar
- Armado y colocación de encofrado para juntas
- Colocación de encofrado para espaldar
- Elaboración de hormigón
- Colocación de hormigón en espaldar
- Colocación de hormigón en replantillo
- Fundición de descarga

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod E	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (cuneta-excavación)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ³
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para excavación, el tiempo que se demora en realizarlo.	
Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³)</i> .	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para excavación es: 6 horas	
Excavación: 15 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE CUNETAS (EXCAVACION)	
Tipo de cuneta:	Lateral revestida
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009
Total horas medidas:	6 horas.
Maquinaria utilizada:	Manual

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
2 Peones	15	6	0.4

Indicador: **I prod. E = 0.4 HH/m³**

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod AE Clasificación del indicador: Procesos de producción Nombre del indicador: Productividad por servicio (cuneta- armado encofrado espaldar)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA D. Obra: vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha. Localización: Los Ríos Fecha: 15-10-2009	
C. CRITERIOS PROPUESTOS. Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m ² HH = <i>horas – hombre.</i> - Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto. Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo. Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m²).</i> Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo. El ciclo de producción para armado de encofrado de cabezales es: 0.9 horas Encofrado: 7.5 m ²	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS. <p style="text-align: center;">PRODUCCION DE CUNETAS (ARMADO DE ENCONFRADO)</p> Tipo de cuneta: Lateral revestida Fecha de inicio de la medición: 15-10-2009 Fecha de terminación de la medición: 16-10-2009 Total horas medidas: 0.9 horas.	

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
1 Albañil	7.5	0.9	0.12

Indicador: **I prod. AE = 0.12 HH/m²**

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod CE	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (cuneta- colocación encofrado espaldar)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ²
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.	
$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^2)$.	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para colocación de encofrado de cabezales es: 3.83 horas	
Encofrado: 45 m ²	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE CUNETA (COLOCACION DE ENCONFRADO)	
Tipo de cuneta:	Lateral revestida
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009
Total horas medidas:	3.83 horas.

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
1 Albañil	45	3.83	0.085

Indicador: I prod. CE = 0.085 HH/m²

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod AEJ	
Clasificación del indicador:	Procesos de producción
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (cuneta- armado encofrado juntas y colocación)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ²
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.	
$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^2)$.	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ²), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para armado de encofrado de cabezales es: 4.13 horas	
Encofrado: 7.44 m ²	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE CUNETA (ARMADO DE ENCONFRADO JUNTAS Y COLOCACION)	
Tipo de cuneta:	Lateral revestida
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009
Total horas medidas:	4.13 horas.

CUADRILLA	AREA (m²)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m²)
1 Albañil	7.44	4.13	0.55

Indicador: I prod. AEJ = 0.55 HH/m²

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
2 Albañiles + 2 Peón	15	7.5	0.5

Indicador: I prod. EH = 0.5 HH/m³

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod HE	
Clasificación del indicador: Procesos de producción	
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (cuneta- colocación Hormigón en espaldar)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ³
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.	
$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^3)$.	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para colocación de hormigón en espaldar es: 7.82 horas	
Hormigón en espaldar: 4.5 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE CUNETAS (COLOCACION DE HORMIGON EN ESPALDAR)	
Tipo de cuneta :	Lateral revestida
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009
Total horas medidas:	7.82 horas.

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
4 peones	4.5	7.82	1.74

Indicador: I prod. HE = 1.74 HH/m³

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod HR	
Clasificación del indicador: Procesos de producción	
Nombre del indicador:	Productividad por servicio (cuneta - colocación Hormigón para replantillo)
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	
Nombre de la Empresa:	CONSTRUCTORA D.
Obra:	vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha.
Localización:	Los Ríos
Fecha:	15-10-2009
C. CRITERIOS PROPUESTOS.	
Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$	Unidad: HH/m ³
HH = <i>horas – hombre</i> .- Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto.	
Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo.	
$Q serv = Cantidad de servicio producido (m^3)$.	
Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo.	
El ciclo de producción para colocación de hormigón en muros es: 7.5 horas	
Hormigón en replantillo: 10.5 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS.	
PRODUCCION DE CUNETAS (COLOCACION DE HORMIGON EN REPLANTILLO)	
Tipo de cuneta :	Lateral revestida
Fecha de inicio de la medición:	15-10-2009
Fecha de terminación de la medición:	16-10-2009
Total horas medidas:	7.5 horas.

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
4 peones	10.5	7.5	0.71

Indicador: I prod. HR = 0.71 HH/m³

MEDICION DE PRODUCTIVIDAD

A. IDENTIFICACION DEL INDICADOR. Código: I prod HD Clasificación del indicador: Procesos de producción Nombre del indicador: Productividad por servicio (cuneta - colocación Hormigón para descarga)	
B. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. Nombre de la Empresa: CONSTRUCTORA D. Obra: vía Mocache – Juninche abs. 3+400 – 3+480 izquierda y derecha. Localización: Los Ríos Fecha: 15-10-2009	
C. CRITERIOS PROPUESTOS. Formula: $I prod = \frac{HH}{Q serv}$ Unidad: HH/m ³ HH = <i>horas – hombre.</i> - Número total de horas trabajadas en la ejecución de un servicio (o parte de él) de todos los trabajadores utilizados para ese efecto. Para armado de encofrado, el tiempo que se demora en realizarlo. Q serv = <i>Cantidad de servicio producido (m³).</i> Ciclos de producción: la medición de productividad de servicios debe ser hecha por ciclos de producción. Para cada ciclo de producción, la cantidad total de HH debe ser dividida por la cantidad de servicio producido (m ³), obteniendo así el índice de productividad de cada ciclo. El ciclo de producción para colocación de hormigón en muros es: 0.16 horas Hormigón en descarga: 0.2 m ³	
D. PROCESAMIENTO DE DATOS. <p style="text-align: center;">PRODUCCION DE CUNETA (COLOCACION DE HORMIGON EN DESCARGA)</p> Tipo de cuneta : Lateral revestida Fecha de inicio de la medición: 15-10-2009 Fecha de terminación de la medición: 16-10-2009 Total horas medidas: 0.16 horas.	

CUADRILLA	VOLUMEN (m³)	TIEMPO (horas)	PRODUCCION (HH/m³)
4 peones	0.20	0.16	0.8

Indicador: I prod. HD = 0.8 HH/m³

CAPITULO 4:

COMPARACION ENTRE METODO CONSTRUCTIVO TRADICIONAL Y METODO CONSTRUCTIVO OPTIMIZADO

4.1 Comparación de productividad

Lamentablemente, en el país no existen parámetros técnicos que permitan comparar los datos conseguidos a fin de calificar a las compañías involucradas en este estudio.

De allí que, el material presentado se constituye en un punto de partida para estudios mucho más profundos sobre el tema en lo posterior.

El análisis comparativo que se presenta en este capítulo tiene como objetivo primordial proporcionar una referencial de los indicadores de calidad y productividad propuestos, para lo cual se han tomado los valores proporcionados por diversas empresas constructoras viales que se desenvuelven en el país.

Estos resultados numéricos, se obtuvieron también de diversas fuentes como estudios efectuados en el sector de la construcción vial y organismos públicos entre los principales.

Estas referencias se ajustan a la realidad local, ya que el estudio de campo se ha hecho en localidades donde el clima, el suelo y el ambiente en general permiten de alguna manera visualizar el panorama de las empresas constructoras viales en cuanto a calidad y productividad se refiere.

En los indicadores de pérdida de materiales se han añadido valores referenciales obtenidos por un grupo de Ingenieros fiscalizadores de CAMINOSCA en obras localizadas en la provincia de Esmeraldas, así como rangos establecidos por Pinto, Soilbeman, investigadores en su mayoría de origen brasileño.

Comparación de productividad

Indicador	Método		Parámetro de comparación	Porcentaje de mejora % Me = $\frac{V_o - V_f}{V_f} * 100$
	Tradicional (Vo)	Optimizado (Vf)		
<i>Subdrén</i>				
Excavación Retroexcavadora	0.018	0.014	0 – 0.015	28.57
Instalación de geotextil	0.003	0.003	0 – 0.015	0
Material filtrante	0.017	0.011	0 – 0.015	54.5
<i>Alcantarilla</i>				
Excavación Retroexcavadora	2.97	0.023	0 – 0.030	12813.04
Colocación y armado de tubería	0.83	0.345	0.3 – 0.6	140.58
Relleno y compactación	0.13	0.02	0.015 – 0.025	550
Armado de encofrado para cabezales	0.94	0.06	0.05 – 0.2	1466.67
Colocación de encofrado	0.05	0.05	0.01 – 0.1	0
Elaboración de hormigón replantillo	1.06	1.06	0.8 – 1.2	0
Colocación de hormigón replantillo	1.06	1.06	0.8 – 1.2	0
Colocación de hormigón en muros	0.29	0.29	0.1 – 0.5	0
<i>Cunetas de coronación</i>				
Excavación manual	0.114	0.09	0.07 – 0.1	26.67
<i>Cunetas laterales</i>				
Excavación manual	0.4	0.4	0.7 – 1	0
Armado de encofrado para espaldar	0.12	0.12	0.05 – 0.2	0
Armado y colocación de encofrado en juntas	0.085	0.085	0.4 – 0.9	0
Colocación encofrado	0.55	0.55	0.01 – 0.1	0

Elaboración hormigón	0.5	0.5	0.5 – 1	0
Colocación hormigón en replantillo	0.78	0.71	0.8 – 1.2	9.86
Colocación hormigón en descarga	0.8	0.8	0.8 – 1.2	0
Colocación hormigón en espaldar	1.89	1.74	1.7 – 2.4	8.62

CAPITULO 5:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El éxito en el desarrollo de un proyecto de construcción es el resultado de la aplicación de una serie de aspectos, entre los cuales se incluyen los anteriormente explicados en el capítulo 1.9 (tecnología, Mano de obra, seguridad, diseño del sitio, administración de materiales, comunicación, capacitación, calidad, medio ambiente, proveedor). Sin embargo, este éxito no será alcanzado si no se trabaja con una planificación que incluya la integración de cada uno de estos aspectos en cada proceso constructivo y etapas del proyecto como una política y una filosofía de la empresa, donde todos y cada uno de los involucrados tengan claros las metas y objetivos, y el papel que cada uno representa en el éxito del proyecto.
- Se logró cumplir con el objetivo principal de este trabajo, el cual fue implementar un sistema de optimización de procesos constructivos en obras de drenaje vial, con el fin de aumentar la productividad, realizado de acuerdo a parámetros de construcción, detectando las principales deficiencias e implementando las mejoras debidas.
- En el país no existen parámetros técnicos que permitan comparar los datos conseguidos a fin de calificar a las compañías involucradas en este estudio, por lo cual se han tomado los valores proporcionados por diversas empresas constructoras viales que se desenvuelven en el país. Estos parámetros de comparación, se obtuvieron también de diversas fuentes como estudios efectuados en el sector de la construcción vial y organismos públicos entre los

principales, ajustándose a la realidad local, ya que el estudio de campo se ha hecho en localidades donde el clima, el suelo y el ambiente en general permiten de alguna manera visualizar el panorama de las empresas constructoras viales en cuanto a calidad y productividad se refiere.

- La medición de indicadores en la construcción vial es una tarea laboriosa ya que existe variabilidad en los procesos constructivos, tomando en cuenta también que hay diferencias entre los trabajadores ya que tienen diferentes rendimientos.
- Se establecieron seis indicadores los cuales fueron escogidos de acuerdo a la necesidad de cada rubro.
- La carencia de un sistema de indicadores de medición de la calidad y productividad produce aumentos de tiempo innecesarios incrementando costos.
- En los indicadores de errores en la entrega de material, no hubo ningún índice de error en los cuatro rubros investigados
- En los indicadores de pérdida de materiales se han añadido valores referenciales obtenidos por un grupo de Empresas Constructoras que trabajan en obras localizadas en el país.
- Para los tres rubros analizados, tanto en el proceso tradicional como en el proceso optimizado, el valor del indicador de pérdida de materiales es igual y está dentro del parámetro de comparación (0 – 15)%, los valores son:

Subdrén

3.47% Piedra Bola

Alcantarilla

13.97% Arena para cabezal

14.2% Ripio para cabezal

13.8% Cemento para cabezal

14.06% Hormigón para cabezal

Cunetas laterales

13.99% Arena para cuneta

12.96% Ripio para cuneta

14.8% Cemento para cuneta

14% Hormigón para cuneta

Como se puede observar se está dando buen uso del material y no existen pérdidas significativas.

- En el rubro de cuneta de coronación no existe perdidas de materiales debido a que en la cuneta analizada el diseño hidráulico fue sin revestimiento, y además el tipo de suelo donde fue construida es una cangagua, la cual es un suelo impermeable.
- En el análisis del indicador de relación de volumen de concreto y área construida, tanto en el proceso tradicional como en el proceso optimizado de los rubros de alcantarilla y cunetas laterales los índices no varían, debido a que hubo un buen uso de material como se explicó anteriormente. El índice aceptable en este parámetro de comparación es $(0.1 - 0.3) \text{ m}^3/\text{m}^2$

Alcantarilla

0.159 m^3/m^2

Cuneta lateral

0.1 m^3/m^2

- Después de analizar el indicador de densidad de muros, el cual solamente se pudo realizar en alcantarillas tuvo un índice de 10.53 %, tanto en el proceso tradicional como en el proceso optimizado, el cual está dentro del parámetro de comparación (10 – 15)%; con esto se ratifica que este con los indicadores anteriores tienen una secuencia; es decir, si la pérdida de materiales, el índice de entrega de materiales o la densidad de muros estuviesen fuera de los parámetros de comparación, el indicador de densidad de muros no cumpliría con su parámetro de comparación.

Subdrén.

- Excavación.- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 0.018 y en el proceso optimizado una productividad de 0.014, el parámetro de comparación es 0 – 0.015, obteniendo así una mejora del 28.57 %.
- Instalación de geotextil.- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 0.003 y en el proceso optimizado una productividad de 0.003, el parámetro de comparación es 0 – 0.015, obteniendo así una mejora del 0 %.
- Material filtrante.- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 0.017 y en el proceso optimizado una productividad de 0.011, el parámetro de comparación es 0 – 0.015, obteniendo así una mejora del 54.5 %.
- El mejoramiento de productividad en este rubro se obtuvo después de una reingeniería de procesos, trabajando sobre todo en la ruta crítica obtenida y una capacitación a los obreros, la cual tuvo una inversión que fue recuperada a los 1.3 km de construcción y cabe recalcar que, después de la optimización del proceso la empresa tuvo un ahorro de \$ 4042.5.

Alcantarilla.

- Excavación Retroexcavadora.- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 2.97 y en el proceso optimizado una productividad de 0.023, el parámetro de comparación es 0 – 0.030, obteniendo así una mejora del 12813.04 %.
- Colocación y armado de tubería.- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 0.83 y en el proceso optimizado una productividad de 0.345, el parámetro de comparación es 0.3 – 0.6, obteniendo así una mejora del 140.58 %.
- Relleno y compactación.- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 0.13 y en el proceso optimizado una productividad de 0.02, el parámetro de comparación es 0.015 – 0.025, obteniendo así una mejora del 550 %.
- Armado de encofrado para cabezales.- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 0.94 y en el proceso optimizado una productividad de 0.06, el parámetro de comparación es 0.05 – 0.2, obteniendo así una mejora del 1466.67 %.
- Colocación de encofrado.- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 0.05 y en el proceso optimizado una productividad de 0.05, el parámetro de comparación es 0.01 – 0.1, obteniendo así una mejora del 0 %.
- Elaboración de hormigón (replantillo).- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 1.06 y en el proceso optimizado una productividad de 1.06, el parámetro de comparación es 0.8 – 1.2, obteniendo así una mejora del 0 %.

- Colocación de hormigón (replanteo).- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 1.06 y en el proceso optimizado una productividad de 1.06, el parámetro de comparación es 0.8 – 1.2, obteniendo así una mejora del 0 %.
- Colocación de hormigón en muros.- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 0.29 y en el proceso optimizado una productividad de 0.29, el parámetro de comparación es 0.1 – 0.5, obteniendo así una mejora del 0 %.
- El mejoramiento de productividad en este rubro se obtuvo después de una reingeniería de procesos, trabajando sobre todo en la ruta crítica obtenida, analizando también las actividades donde se obtuvo mayor holgura y una capacitación a los obreros, la cual tuvo una inversión que fue recuperada a los 2.4 m. de construcción y cabe recalcar que, después de la optimización del proceso la empresa tuvo un ahorro de \$ 3186.64

Cuneta de coronación.

- Excavación manual.- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 0.114 y en el proceso optimizado una productividad de 0.09, el parámetro de comparación es 0.07 – 0.1, obteniendo así una mejora del 26.67 %.
- El mejoramiento de productividad en este rubro se obtuvo en base a los parámetros de comparación ya que este rubro como un proceso no es aplicable porque se simplifica a una sola actividad, debido a que su diseño fue sin revestimiento. La empresa obtuvo un ahorro de \$ 94.05 en 28m. de cuneta. No hubo inversión en la capacitación

Cuneta Lateral.

- Excavación manual.- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 0.4 y en el proceso optimizado una productividad de 0.4, el parámetro de comparación es 0.7 – 1, obteniendo así una mejora del 0 %.
- Armado de encofrado para espaldar.- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 0.12 y en el proceso optimizado una productividad de 0.12, el parámetro de comparación es 0.05 – 0.2, obteniendo así una mejora del 0 %.
- Armado y colocación de encofrado en juntas.- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 0.085 y en el proceso optimizado una productividad de 0.085, el parámetro de comparación es 0.4 – 0.9, obteniendo así una mejora del 0 %.
- Colocación encofrado.- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 0.55 y en el proceso optimizado una productividad de 0.55, el parámetro de comparación es 0.01 – 0.1, obteniendo así una mejora del 0 %.
- Elaboración hormigón.- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 0.5 y en el proceso optimizado una productividad de 0.5, el parámetro de comparación es 0.5 – 1, obteniendo así una mejora del 0 %.
- Colocación hormigón en replantillo.- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 0.78 y en el proceso optimizado una productividad de 0.71, el parámetro de comparación es 0.8 – 1.2, obteniendo así una mejora del 9.86 %.
- Colocación hormigón en descarga.- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 0.8 y en el proceso optimizado una productividad de 0.8, el parámetro de comparación es 0.8 – 1.2, obteniendo así una mejora del 0 %.

- Colocación hormigón en espaldar.- en el proceso tradicional se obtuvo una productividad de 1.89 y en el proceso optimizado una productividad de 1.74, el parámetro de comparación es 1.7 – 2.4, obteniendo así una mejora del 8.62 %.
- El mejoramiento de productividad en este rubro se obtuvo después de una reingeniería de procesos, haciendo un análisis en la actividad F y actividad G, donde se pudo deducir que el tiempo en las dos actividades se puede reducir al cambiar el proceso constructivo; es decir, al hacer una reingeniería del proceso, primero realizando la actividad G y posteriormente la actividad F también, se realizó una capacitación a los obreros, la cual tuvo una inversión que fue recuperada a los 547.5 m. de construcción y cabe recalcar que, después de la optimización del proceso la empresa tendrá un ahorro de \$ 7672.
- Al realizar una capacitación a los trabajadores y luego una reasignación de recursos en los cuatro rubros, se dedujo que el maestro mayor es improductivo, en este tipo de obras
- En el proceso optimizado se llegó a los parámetros de comparación del indicador de tiempos para los rubros de subdrén, alcantarilla, cunetas laterales y cunetas de coronación. En el caso de las cunetas de coronación hubo un tiempo auxiliar, el cual llega a ser insignificante por su bajo porcentaje.
- Es recomendable realizar una capacitación antes de empezar con la construcción de cualquiera de estos rubros, con esto se logra trabajar solo con el personal necesario, en el cual no es indispensable un maestro de obra.
- Después del análisis de optimización de procesos en el rubro de subdrén, es recomendable hacer una mejora tecnológica ya que la productividad aumenta y

su costo llega a ser menor, debido a que es más fácil hacer un mantenimiento de un geodren con tubo que con geotextil.

CAPITULO 6:

BIBLIOGRAFIA TESIS

- BURBANO JORGE y ORTIZ ALBERTO. **Presupuestos: Enfoque Moderno de Planeación y Control de Recursos**. Mc Graw Hill Bogotá. Segunda Edición.
- SUAREZ SALAZAR. **Costo y Tiempo en Edificaciones**
- PUCE. **Suelos, Subrasantes y drenajes**.
- SANCHEZ MANUEL. **Control de Costos en la Construcción**.
- CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO. **Manual de costos de la construcción**.
- BALL D. **“Competitividad”**. Madrid: Superintendencia de compañías. (1996).
- IZQUIERDO ARELLANO E. **“Investigación Científica”**. Loja: Imprenta Cosmos. (2000).
- HORNELL E. **“La competitividad a través de la productividad”**. Barcelona: Folio, S.A. (1994).
- http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/alpuche_s_r/capitulo3.pdf
- CHAMPUTIZ P Y VALENCIA R. **Indicadores de calidad y productividad en la construcción**. (2002)

- DPTO. INGENIERÍA DE PROYECTOS. PAVCO S.A. DIVISIÓN GEOSISTEMAS. **Importancia del sistema de subdrenaje en los pavimentos de larga vida (plv).**2005
- MONTEJO FONSECA, ALFONSO. **Ingeniería de pavimentos para carreteras.** Bogotá, 2º edición.
- ALFREDO MALAGÓN B. **Drenaje y durabilidad de los pavimentos.** Pág. 5.
- PIVALTEC S.A. **Geo avances synthetics. Volumen 1.** N°4, pág. 20
- LUIS BAÑON BLAZQUEZ. **El agua y la carretera.**
- http://sirio.ua.es/proyectos/manual_%20carreteras/02010404.pdf
- OGLESBY, PARKER, HOWELL. **Productivity Improvement in Construction.** McGraw Hill Series in Construction Engineering and Project Management.