

ESTUDIO ECONÓMICO

1. INTRODUCCIÓN

Se realiza el siguiente estudio económico para el Proyecto “**DESMONTE DE TERRENOS COLINDANTES AL PUERTO DE TAZACORTE, TRAMO ENTRE LA EXPLANADA ACTUAL Y LA CARRETERA LP-2**”, en Tarajal, perteneciendo al T.M. de la Villa y Puerto de Tazacorte, con el objeto de evaluar el beneficio económico y de desarrollo sostenible de la zona. Para ello se tienen en cuenta los diversos factores que intervienen en la actividad, como son los costes de la maquinaria y sus rendimientos, buscando obtener un precio unitario para la tonelada de material extraído, así como la demanda del producto y los posibles campos de aplicación del mismo.

2. METODO DE EJECUCIÓN Y MAQUINARIA UTILIZADA EN EL PROCESO

Para la ejecución de las obras se ha optado por la siguiente manera:

- Excavación del risco partiendo desde arriba, por parte de una retroexcavadora, vertiendo los materiales excavados por el talud del risco hacia abajo;
- El material vertido / acopiado en el pie del talud se carga mediante una pala cargadora en los camiones-dumpers;
- Los camiones-dumper transportan el material hacia el lugar de elaboración (en este caso serán medios de transporte marítima).

En la memoria ya se ha reflejado la forma de ejecutar las obras mas detallado con lo cual no se contempla que no es necesario repetirlo en este apretado de nuevo.

En el proceso de producción intervienen los siguientes tipos de maquinas:

- 1 retroexcavadora sobre cadenas, que extraerá el material de la zona a desmontar, y lo vierte por el talud actual hacia abajo;
- 1 pala cargadora para la carga de los dumpers en la parte baja;
- 2 camiones-dumper (de 30m³) para el transporte del material desde la zona de vertido (la antigua finca de plátanos) hasta la zona de elaboración, en este caso hasta el espigón del muelle, donde se prevé verter el material en medios de transporte marítima hacia la zona final de elaboración.

El grupo de trabajo, reflejado anteriormente, conlleva una cierta producción (rendimiento), la cual se estima a continuación. En caso de la necesidad de reducir el plazo de ejecución, se puede optar para colocar otro grupo de trabajo con los mismos elementos, así como un grupo de trabajo que podrían estar actuando en el lado norte del risco, y otro en el lado sur del risco.

Sin embargo a continuación se calcula un grupo de trabajo, con la composición reflejada en la página anterior.

El coste horario para cada máquina se obtiene teniendo en cuenta los siguientes factores

- Valor de adquisición;
- Tasa de amortización;
- Consumos;
- Mano de obra;
- Etc.

En las siguientes tablas se muestran el coste horario de cada maquina, descritos anteriormente:

CALCULO DEL COSTE DE EQUIPOS DE OBRAS					
EQUIPO: PALA CARGADORA SINEUMATICO DE 165 CV, CAZO 1,70 M3.					
10,00					
				COSTES	
				DIARIO	HORARIO
MAQUINARIA					
PALA CARGADORA SINEUMATICO DE 165 CV, CAZO 1,70 M3				59,55	8,69
ACCESORIOS					
MANO DE OBRA					
Maquinista	Ajudante	Peón	Otros		
12,89				12,89	
CONSUMOS					
Principal					
Tipo	Potencia CV	Combustible	Consumo		
Máquina	165,00	GASOIL	16,50	16,17	
Accesorios					
Secundario					
Sobre consumo principal 10 a 20 %				3,23	
Varios					
COSTES TOTALES.-				59,55	40,98

CALCULO DEL COSTE DE EQUIPOS DE OBRAS					
EQUIPO: EXCAVADORA S/ CADENAS CON MARTILLO ROMPEDOR					
6,00					
				COSTES	
				DIARIO	HORARIO
MAQUINARIA					
EXCAVADORA S/ CADENAS CON MARTILLO ROMPEDOR				56,75	14,79
ACCESORIOS					
MARTILLO ROMPEDOR				5,97	1,56
MANO DE OBRA					
Maquinista	Ajudante	Peón	Otros		
12,89				12,89	
CONSUMOS					
Principal					
Tipo	Potencia CV	Combustible	Consumo		
Máquina	135,00	GASOIL	13,50	13,23	
Accesorios					
				1	4,00
Secundario					
Sobre consumo principal 10 a 20 %				2,85	
Varios					
COSTES TOTALES.-				62,72	49,11

CALCULO DEL COSTE DE EQUIPOS DE OBRAS					
EQUIPO: CAMION DUMPER					
21					
				COSTES	
				DIARIO	HORARIO
MAQUINARIA					
CAMION DUMPER CAMION DUMPER				157,53	28,85
ACCESORIOS					
MANO DE OBRA					
Maquinista	Ayudante	Peón	Otros		
11,72				11,72	
CONSUMOS					
Principal					
Tipo	Potencia CV	Combustible	Consumo		
Máquina	500,00	GASOIL	42,50	41,85	
Accesorios					
Secundario					
Sobre consumo principal 10 a 20 %				8,33	
Varios					
COSTES TOTALES -				157,53	90,55

3. TIEMPOS DE PRODUCCIÓN

En el párrafo anterior se ha descrito la maquinaria necesaria para realizar el proceso de excavación, desmonte y transporte del material hasta la posible zona de obras. Por otro lado, para poder ir determinar los tiempos de producción (ciclo), se deberá tener en cuenta también el recorrido desde la zona de carga hasta la zona de acopio o empleo.

La duración total de las obras se estima en unos **dieciocho meses**. Por lo tanto, para el cálculo del rendimiento, partiremos de unos datos estimativos, según los cuales, la jornada laboral será de 8 horas efectivas, a partir de los cuales obtendremos el rendimiento diario.

Se considera un ciclo productivo al tiempo invertido en las operaciones de excavación, carga en medios de transporte, el transporte (ida y vuelta) y el vertido del material en el destino del mismo. En este estudio económico se ha tenido en cuenta un tiempo del ciclo de 30 minutos, repartido de la siguiente manera:

- Excavación y carga del material.....20 min.
- Transporte hacia lugar de elaboración / vertido.....5 min.

- Vertido material 1 min.
- Recorrido hacia el lugar de carga.....4 min.

Las partidas de obra a ejecutar conlleva un tiempo de circulación media de 30 minutos, con lo cual se justifica que para un buen desarrollo de las obras de excavación se debe contar como mínimo con 2 camiones-dumper (el tiempo que el camión necesita para el transporte i/v son 10 minutos, el tiempo de carga son 20 minutos, con lo cual los camiones tendrán un tiempo de espera de varios minutos). Para optimizar el proceso de producción se puede optar para la puesta de un segunda pala o retroexcavadora. Dependiendo del tipo de material a excavar se disminuye o aumenta el tiempo de carga, con lo cual se debe ajustar la cantidad de camión-dumper a la necesidad de las mismas.

4. PRODUCCIÓN

En este párrafo se intenta establecer un precio por tonelada de material extraído y transportado, con lo cual se debe ir a estudiar los elementos que forman parte del proceso del desmonte. Para poder calcular la producción de las maquinarias se debe tener en cuenta siguientes elementos:

1. Duración del ciclo (extracción, carga y transporte de ida y vuelta);
2. Densidad media del material excavado;
3. Factor de esponjamiento del material;
4. Composición de los materiales a excavar para el cálculo de la densidad media;
5. Rendimiento de la maquinaria, en función del tipo de material.

Como se ha reflejado anteriormente en este documento el tiempo del ciclo se estima en unos 30 minutos.

La densidad del material depende del material a desmontar que se encuentra durante la excavación del risco. Se debe tener en cuenta una parte del terreno transito que tendrá un densidad menor que la parte rocoso. En este estudio se ha optado por una densidad media de 2,35 tn/m³.

Al momento de excavar el material se trata de material fijo, con lo cual son metros cúbicos reales. Sin embargo, a partir del momento de cargar el material y transportarlo al lugar de

elaboración, se trata de material que ha sufrido el efecto de esponjamiento, con lo cual el rendimiento de la pala cargadora y los camiones-dumper baja en relación de su rendimiento normal. Para poder determinar los precios por toneladas, y después de haber estudiado fotográficos de la zona, se ha establecido en la siguiente composición del material:

- 70% de terreno rocoso esponjamiento 40%
- 30% terreno transito esponjamiento 30%

Al saber la composición del material se puede tenerla en cuenta al momento de establecer el precio de la maquinaria, en función del tipo de terreno. Evidentemente un terreno transito se puede excavar con una retroexcavadora con cuchara, mientras tanto que el terreno rocoso se debe tratar con una retroexcavadora con martillo. Ambas maquinas tienen distintos precios, los cuales se debe tener en cuenta al momento de establecer el precio medio.

Los precios de la maquinaria incluso mano de obra, previsto a usar son los siguientes:

- Pala cargadora € 40,98
- Retroexcavadora con martillo rompedor € 49,11
- Retroexcavadora con cucharón € 38,00
- Camión-dumper € 90,55

Antes de nada se debe hacer mención de la complejidad de la zona de ejecución, por lo tanto la maquina de excavación (retroexcavadora) se encuentra por encima de un talud de alturas muy altos, con lo cual se debe tener en cuenta una reducción del rendimiento a causa de medidas de seguridad al momento de la ejecución.

Rendimiento pala cargadora

Contemplando el factor de esponjamiento el rendimiento (producción) de la maquina se estima en 50 m³/h, multiplicándolo por la densidad media del materia (2,35Tn/m³) da un rendimiento de de 120 Tn/h.

Con la ecuación, dividiendo el precio por hora entre el rendimiento se obtiene el precio por tonelada. Así como:

$$\text{precio/Tn} = \frac{\text{preciomaq/hora}}{\text{rendimiento}_{\text{maq}}} = \frac{40,98}{120} = 0,34\text{€/Tn}$$

Rendimiento retroexcavadora

Para la retroexcavadora se debe tener en cuenta la diferencia entre los materiales a excavar. Como se ha reflejado anteriormente se ha determinado un 70% del terreno de composición rocosa, y un 30% de terreno transitivo.

Para calcular un precio medio se debe realizar la siguiente expresión:

$$\text{preciomaq} + \text{martillo} * \% \text{suelo} + \text{preciomaq} + \text{cucharón} * \% \text{suelo}$$

Así como:

$$49,11 * 0,70 + 38,00 * 0,30 = 48,77 \text{ €/h}$$

Usando el precio establecido por hora y un rendimiento de 50 tn/hora se obtiene:

$$\text{precio/Tn} = \frac{\text{preciomaq/hora}}{\text{rendimiento}_{\text{maq}}} = \frac{48,77}{50} = 0,98 \text{ €/Tn}$$

Rendimiento camiones-dumper

El rendimiento del camión-dumper se establece de la siguiente manera:

- Capacidad camión-dumper (sólido) 30 m³
- Capacidad camión-dumper (esponjamiento medio 35%)..... 20 m³
- Tiempo de ciclo 0,5 hora
- Precio camión-dumper € 90,55

El rendimiento se debe recalcular a toneladas por hora, por lo tanto será 20m³ * 2,35 Tn/m³ = 47 Tn/0,5 → Capacidad por hora = 94 Tn/hora

Usando el precio por hora y el rendimiento establecido anteriormente se obtiene:

$$\text{precio/Tn} = \frac{\text{preciomaq/hora}}{\text{rendimiento}_{\text{maq}}} = \frac{90,55}{94} = 0,96 \text{ €/Tn}$$

Con los tres precios establecidos, tanto el de la pala, como el de la retroexcavadora como el del camión-dumper se pueden establecer el precio total por Tn material tratada (excavado, cargado y transportado)

- Precio coste transporte material € 0,96 €/tn
- Precio coste extracción material..... € 0,98 €/tn
- Precio coste carga material € 0,34 €/tn

- Precio total € 2,28 €/tn

El precio no incluye gastos generales, ni beneficio industrial. En caso de sumar estos gastos generales (establecido en un 22%) el precio unitario total será **2,78 €/tn**.

Cuando se supone que el material se debe traer de lugares externas (plantas de machaqueo, lugares de extracción de materiales) el material podría salir al mismo precio, con lo cual se debe estudiar bien la ventaja de la extracción del material en el puerto. La ventaja principal se encuentra en el coste del transporte. Cuando suponemos una distancia media de 15 km (la media entre la distancia mas cercana y mas lejana del municipio de Los Llanos de Aridane, teniendo en cuenta un recorrido por el barranco de Angustias evitando el casco urbano de la Villa de Tazacorte), se puede establecer el precio que cuesta para el transporte del material.

La cantidad de material, necesaria para las obras portuarias esta establecido entre 1.000.000 y 1.500.000 m³. Suponiendo una capacidad de una camión de 20m³ la cantidad de camiones esta oscilando entre 50.000 y 75.000 unidades. Con lo cual se puede establecer que las obras de excavación en el muelle tienen una influencia bastante significativa en el movimiento de maquinaria pesada en la zona del valle, por lo tanto, y teniendo en cuenta este orden de magnitud, podríamos hablar de una incesante presencia de maquinaria de transporte en circulación por las vías de la zona del Valle de Aridane, siendo un efecto pernicioso, no sólo para la vida útil del sistema viario de La Isla, sino también para los usuarios de la misma y viandantes en general, modificando las pautas de forma de vida durante un tiempo más o menos largo, en la medida de la contaminación atmosférica generada por ruido y polvo a los habitantes, no sólo de la zona, sino también a los cercanos a los lugares de tránsito del material.

Los aproximadamente 500.000 m³, que convertidos en nueva medición bajo los efectos del esponjamiento, adecuando el porcentaje de cada tipo de material por su propio coeficiente, y dando como resultado una cantidad aún mayor (del orden de 550.000 m³), suponen una cantidad de material, que “a fin y a la postre” se evitarán pasar por dichas red de vías. No obstante, te tendrá en cuenta, “a priori” la necesidad de cubrir la demanda de la obra portuaria con otros lugares de procedencia del material, ya que el volumen calculado de la parcela no puede atender la ingente cantidad de material demandado por las obras.

Por otro lado, para el caso de la búsqueda del material fuera del área del municipio, tenemos que, el precio de coste unitario de un camión-bañera de 20 m³ de capacidad se estima en 48,31 €/h. Teniendo en cuenta también un recorrido medio de 15 km para cada sentido de circulación, se establece según precios de mercado más o menos suscritos por la práctica, un coste del transporte muy por encima del coste a pie de obra, que supone entre 3-4 €/m³.

Haciendo una comparativa con el precio calculado, tenemos que:

Para un ciclo completo de transporte de ida+vuelta de 80 minutos, en el cual un camión-bañera transporta unos 15 m³, con lo que:

$$Rdto = \frac{60}{80} \cdot 15m^3 = 11,25m^3 / h$$

y aplicando el coste horario del camión, tenemos:

$$\text{precio}_{\text{unitario}} = \frac{48,31€/h}{11,25m^3/h} = 4,29 €/m^3$$

O lo que es lo mismo: 2,15 €/Tn

Que añadido al precio de coste de extracción y carga, tenemos:

$$\text{Coste total} = 2,15 + 0,98 + 0,34 = 3,47 €/Tn$$

Que aplicando gastos generales y beneficio industrial sale 4,23 €/Tn

Calculando la diferencia de coste en el material transportado de aproximadamente unas 270.000 Tn, nos sale un importe de 270.000 * (4,23-2,78) ~ 400.000 €.

Aparte del ahorro económico se debe contar con una reducción significativa de los movimientos de vehículos pesados en la zona entre los dos lugares como se ha descrito anteriormente.

En la Villa y Puerto de Tazacorte, en noviembre de 2008

Autores del Proyecto
Los Ingenieros Técnicos de Obras Públicas

Rogier van der Hoeven

Colegiado n° 17.007

José Tomás Rodríguez
de Paz

Colegiado n° 10.815

Ángel Carmelo
Ramos Méndez

Colegiado n° 9.892