

TITULO DE LA COMUNICACIÓN:

“INFRAESTRUCTURA VIARIA ADECUADA A LA REPOBLACIÓN FORESTAL”

AUTORES:

1. - José Elorrieta Jove
Profesor Titular – Topografía y Vías de Saca
E.T.S. Ingenieros de Montes
Ciudad Universitaria s/n
28040 Madrid

2. - M^a Berta Domínguez Yañes
Profesora Titular – Repoblaciones Forestales
E.T.S. Ingenieros de Montes
Ciudad Universitaria s/n
28040 Madrid

3. - Miguel Navarro Ariza
Profesor Titular – Topografía y Vías de Saca
E.T.S. Ingenieros de Montes
Ciudad Universitaria s/n
28040 Madrid

RESUMEN:

Esta comunicación trata de la relación entre la densidad de caminos forestales y la repoblación forestal. Incluimos una metodología económica para la determinación de los costes de transporte en dichos trabajos. Al emplear este modelo encontramos como resultado que la repoblación forestal debe contar siempre con caminos forestales, en densidades superiores a 3 – 5 m/ha, para poder asegurar que los costes son razonables.

PALABRAS CLAVE:

CAMINOS, VÍAS, DENSIDAD, TRANSPORTE, FORESTAL, REPOBLACIONES

SUMMARY:

This paper deals about the relationship between forestry roads density and reforestation. We include an economic methodology to determine the costs of transport in such operations. As results of using this model, we found that forestry roads must be always present in reforestation operations, in roads densities higher than 3 – 5 m/ha, in order to ensure reasonable costs.

KEYWORDS;

ROAD, REFORESTATION, FORESTATION, FORESTRY, TRANSPORT, DENSITY

INFRAESTRUCTURA VIARIA ADECUADA A LA REPOBLACIÓN FORESTAL

Un aspecto de gran importancia en las operaciones de una repoblación forestal es el del transporte, en el cual la infraestructura es un factor fundamental.

La existencia de una infraestructura viaria posibilita, o mejora, la accesibilidad para el reparto de la planta, el tránsito de maquinaria y del personal, etc. En definitiva, esta mejor accesibilidad se traduce en menores costes de transporte y aumento del rendimiento general de la repoblación. En aquellos montes en que no se disponga de dicha infraestructura deberá diseñarse y construirse como paso previo a la repoblación forestal.

En esta comunicación se analizan y justifican las necesidades mínimas de caminos forestales para poder desarrollar las tareas de una repoblación forestal en condiciones adecuadas. Como parámetro fundamental se considera la “densidad de vías forestales”.

Es evidente que cada ingeniero deberá construir su propio modelo, ya que los costes varían de una región a otra, en función del sistema de repoblación empleado, de la densidad de plantación a emplear por hectárea, etc.

El análisis que se describe a continuación permite construir una curva de costes de repoblación en función, entre otras variables, de la densidad de caminos. De dicha curva se deduce, entre otras consideraciones, que no es recomendable realizar repoblaciones forestales en montes con densidades de caminos inferiores a 3 - 5 m/ha.

MODELO DE EVALUACIÓN DE COSTES DE TRANSPORTE

Aparte de la descripción del modelo de evaluación, acompañamos un estudio de costes reales, considerando algunas posibles variaciones. De este modo se llega a unos valores de densidades viarias que aportan luz sobre este aspecto crítico de cualquier trabajo de repoblación forestal. A nuestro juicio es un tema de gran importancia que no se ha abordado hasta la fecha y que, por su simplicidad, debiera considerarse en la memoria de todo proyecto de repoblación.

Debemos subrayar que en aquellos casos en que la red viaria sea escasa o inexistente, se justifica plenamente, desde el punto de vista económico, la construcción de nuevos caminos hasta alcanzar la densidad de vías adecuada.

El método está basado en la adaptación del modelo de cálculo de densidades óptimas empleado en aprovechamientos forestales. Dicho modelo es un sencillo problema de máximos y mínimos, cuya representación en forma de curva difiere, sin embargo, con la que se obtiene para repoblaciones forestales. En las fórmulas hemos mantenido la notación clásica de las variables en lo posible, aunque su significado aquí varía.

Recomendamos el empleo de una hoja de cálculo, que permite variar algunos de los costes que intervienen. Esto posibilita tantear la influencia de distintos costes de construcción, distintos salarios u otros parámetros de forma rápida.

Para la construcción de la hoja de cálculo recomendamos una matriz de 11 columnas por 20 filas, siendo

la primera columna la densidad de vías (DV) expresadas en m/ha.

Es evidente que el número de columnas pueden ampliarse todo lo que se quiera para considerar más variables, alguna de las cuales apuntamos más adelante. En esta ocasión nos limitaremos a lo fundamental.

La primera columna es, como hemos dicho, la densidad de vías expresada en metros por hectárea. En la gráfica que representa el coste de transporte se incorpora al eje de abscisas. Recordemos que la densidad de vías es la relación entre la longitud de caminos forestales existentes, expresados en metros, y la superficie del monte expresada en hectáreas.

La segunda columna es la separación de vías forestales (SV) expresada en metros, un parámetro de planificación de vías que no emplearemos en los cálculos, pero que interesa conocer. Se define como la relación entre 10.000 y la densidad de vías.

En tercer lugar se calcula la distancia media de desplazamiento (DAe), expresada en metros, que tendrá que recorrer el operario dentro del monte, para acceder al lugar de trabajo cada día.

$$DAe = KG * 2.500 / DV$$

Lógicamente es función de la separación de vías (SV) y de un coeficiente, que llamamos de corrección conjunta (KG). Este último coeficiente, que mide aspectos como la orografía del lugar y otras dificultades del terreno, puede determinarse estadísticamente o bien obtenerse de forma aproximada de la tabla de F.A.O que sigue;

TABLA DE VALORES APROXIMADOS DEL COEFICIENTE DE CORRECCIÓN CONJUNTA (KG)

Terreno	Pendiente media (%)	KG
Llano-ondulado	0-12	1,6-2,0
Montañoso	12-20	2,0-2,8
Muy montañoso	20-35	2,8-3,6
Escarpado	>35	>3,6

En cuarto y quinto lugar consideramos el tiempo, expresado en horas, invertido en el acceso y regreso de los operarios al lugar de trabajo y por último el tiempo empleado en desplazamiento en el lugar de plantación. Es función de la distancia media andando (DAe) y la velocidad media andando (v) expresada en m/h.;

$$T' = 2 * DAe / v$$

La columna 6 representa el tiempo empleado en todo tipo de desplazamientos (T) y resulta de sumar las dos columnas anteriores. La séptima determina el rendimiento horario (r) de los operarios, en el supuesto de un turno de ocho horas. Este es el parámetro crítico del modelo, que puede modificarse para su adaptación a las circunstancias especiales de cada caso.

$$r = (8 - T) / 8$$

En definitiva, nos pone de manifiesto que al disminuir el rendimiento por necesidades de

desplazamiento, necesitaremos más jornales para completar los trabajos.

La columna ocho determina el coste del tiempo perdido en los desplazamientos y resulta de multiplicar los rendimientos por el tiempo estimado de ejecución y los costes de personal.

Las últimas tres columnas representan el coste de desplazamiento, expresado ahora por hectárea, el coste de construcción de los caminos, expresado también por hectárea y por último el resultado de sumar las dos anteriores cifras.

La tabla así construida la hemos aplicado a varios casos con datos reales. Existe variación según se emplee maquinaria o si la repoblación se realiza mediante hoyos abiertos a mano.

A continuación comentamos los datos y resultados de una repoblación hecha a mano. En la tabla que adjuntamos que representa los costes de repoblación en función de los caminos hemos considerado los siguientes parámetros de cálculo. Monte de 500 ha que se va a repoblar con una densidad de 1.000 plantas/ha. Para una pendiente media del terreno del 30 % obtenemos de la tabla de la F.A.O un valor del coeficiente de corrección conjunta $KG = 3,3$. En la determinación del rendimiento se ha estimado que la velocidad media andando es de 2.500 m/h. El jornal que paga la empresa a un obrero es de 1.250 Ptas./h. No se ha incluido la parte correspondiente al salario del capataz ni del técnico (esta última simplificación viene a abaratar el coste de personal un 10 % sobre el valor real). Para los caminos se ha considerado un coste de 250 Ptas./m incrementado con el coste de transporte del bulldozer. El coste estimado de la repoblación forestal asciende a unas 330.000 Ptas./ha, considerando un precio de 45.000 Ptas./ha de la planta e incluyendo también la construcción y renovación de pistas hasta alcanzar los 10 m/ha.

Los resultados de este caso concreto se pueden estudiar en la tabla que se adjunta denominada “Costes de repoblación en función de los caminos” y en la gráfica correspondiente denominada “Coste del Transporte – Repoblación forestal hecha a mano”.

La característica más importante que define la influencia de la red de caminos es que la curva de costes es asintótica en las proximidades del origen y próxima a la horizontal en el entorno del mínimo. En este caso el mínimo del coste nos da una densidad de 32 m/ha., mayor de los 20 m/ha que hemos incluido en abscisas y por ello no aparece en la gráfica. La densidad óptima de vías correspondiente al mínimo coste de transporte no puede considerarse aquí una referencia adecuada para el ingeniero.

Lo que si se aprecia claramente es que por debajo de los 3 m/ha los costes de transporte se disparan y entre los 3 y 5 m/ha. crecen considerablemente. En cambio, para valores de más de 8 – 10 m/ha. no existen ahorros tan significativos debidos al coste del transporte. Teniendo en cuenta las inexactitudes empleadas en el análisis, podemos considerar dichos valores como una referencia objetiva.

Sobre el ejemplo anterior pueden modificarse los distintos parámetros para averiguar la importancia de los mismos. En los casos en que se estudien distintos métodos de repoblación el análisis de costes del transporte también puede arrojar alguna luz. Como resultado de aplicar este modelo a otros casos, comentamos brevemente los resultados que suelen obtenerse.

Un primer comentario sobre los posibles cambios en los resultados debidos a otras variables es que si bien los valores absolutos del coste de transporte varían, la idea fundamental permanece inalterada.

Pongamos por ejemplo que la pendiente fuese menor, lo que equivaldría a obtener un valor menor también del coeficiente de corrección conjunta. En este caso es evidente que los costes de transporte son menores y que para valores determinados incluso habría que plantearse el empleo de maquinaria. A

pesar de ello, la horquilla de valores anteriormente comentada permanece como referencia bastante correcta. Lo que si varía sustancialmente es la densidad óptima de vías, que se reduce a 20 m/ha y aun menos, según los casos. Esto no importa demasiado, puesto que ya comentamos que la densidad óptima de vías forestales no es una referencia válida en el caso de repoblaciones.

En cuanto a la influencia de los costes de construcción de caminos o del rendimiento del personal y sus salarios, la relación es evidente. A mayor coste de personal más importancia tienen los caminos y la curva de coste del transporte favorece mayores densidades de vías.

Por el contrario, si en la comarca se encarece la construcción de caminos o los consideramos de mayores calidades, pero manteniendo los salarios constantes, la curva favorece menores densidades de vías. En cualquier caso, cada ingeniero conoce en su entorno los costes aproximados y su fluctuación, pudiendo hacerse una idea de los costes al respecto.

Si las densidades de vías en el monte a repoblar son menores de las cifras indicadas (3 m/ha – 10 m/ha), deberá plantearse seriamente la ampliación de la red de pistas forestales hasta alcanzar la densidad adecuada a la repoblación forestal. La aplicación del método descrito le permitirá determinar con un criterio acertado cual es la necesidad de infraestructura viaria.

CONCLUSIONES

En las repoblaciones forestales, en montes de un cierta extensión, es imprescindible contar con una red de caminos forestales con densidades de 3 – 5 m/ha como mínimo y de 8-10 m/ha como cifras más adecuadas. Por debajo de estos límites se obtendrán costes de transporte muy elevados y por encima ahorros poco significativos.

Estas cifras pueden particularizarse, siguiendo el modelo que se ha presentado, para cada repoblación forestal que se quiera realizar, de modo que el ingeniero tenga una correcta valoración de los costes del transporte y la adecuación o deficiencias de la red de caminos existentes en el monte.

En los casos de no existir una red de caminos forestales con densidades adecuadas a la repoblación, interesa comenzar los trabajos por su planificación y construcción, lo que queda plenamente justificado desde el punto de vista económico, sin entrar en otras valoraciones como puedan ser las medio ambientales.

Por último y como siempre, se recomienda a los ingenieros de montes o forestales que acompañen el estudio mencionado con un reconocimiento exhaustivo del monte y su red de caminos antes de tomar ninguna decisión.