

## INVESTIGACION, CAPACITACION Y DESARROLLO

### EN INGENIERIA VIAL

ALBERTO LIBERONA SANCHEZ  
INGENIERO CIVIL

### RESUMEN

#### INTRODUCCION :

- 1.- Los caminos en Chile
- 2.- Clasificación de los caminos.

#### RED CAMINERA :

- 1.- Longitud de la red caminera
- 2.- Superficie de rodado.

#### CONSERVACION DE CAMINOS

- 1.- Conservación mayor, repavimentación
- 2.- Conservación menor, mantenimiento de los estandar de construcción
- 3.- Recursos humanos
- 4.- Recursos materiales y maquinarias.

#### CAPACITACION :

- 1.- Planes de capacitación
- 2.- Esquemas de capacitación a corto y largo plazo
- 3.- Costos de la capacitación
- 4.- Seguimiento de los resultados de la capacitación.

#### INVESTIGACION :

- 1.- Costo de operación de vehículos
- 2.- Volúmenes de tránsito
- 3.- Estado de transitabilidad de los caminos
- 4.- Economía de costos en relación al estado de conservación y la influencia en la economía nacional,

#### DESARROLLO

- 1.- Evaluación del desarrollo de acuerdo a la investigación y capacitación.

## INTRODUCCION :

### 1.- Los primeros caminos en Chile :

Los caminos en Chile se iniciaron antes del Descubrimiento de América con el denominado camino del Inca, el que alcanzó a llegar hasta el río Maule. Vestigios y huellas de este camino se encuentran principalmente en la zona norte de nuestro país.

Durante la Conquista y Colonización se utilizó esta huella en el avance hacia el sur, cruzando villas y pueblos que se iban fundando. Más tarde este camino pasó a ser el longitudinal o Ruta 5, como se le denomina en la actualidad.

El primer camino que se delineó en Chile fue el de Santiago a Valparaíso como consecuencia lógica de tener un puerto para comunicarse con el Virreynato del Perú del cual dependía la Gobernación de Chile, ya que la ruta terrestre presentaba la gran dificultad de tener que atravesar el desierto de Atacama. El camino a Valparaíso entró en funciones el año 1560, partía desde el cruce de las calles Av. Brasil y San Pablo, se dirigía a Melipilla a través del Campo de Marte (hoy Parque O'Higgins) cruzaba la cuesta de Ibarache, seguía a Casablanca, continuando hacia la costa para bajar al plan por la Cuesta de las Zorras y llegar al lugar denominado El Barón, puerta de entrada a Valparaíso con un recorrido de 185 km. prestando servicios durante 237 años, o sea, hasta el año 1797.

A fines del siglo XVIII don Ambrosio O'Higgins buscando una ruta más corta hizo partir un nuevo camino desde el mismo punto de donde se iniciaba el anterior dirigiéndose por calle San Pablo hacia la Laguna de Pudahuel-Cuesta Lo Prado-Curacavi-Cuesta de Zapata-Casablanca-Cuesta de las Zorras y llegar a El Barón con sólo 140 km. de recorrido. Hasta hoy día existe un monolito ubicado semiescondido en un rincón de la plazoleta que se forma en el cruce de Av. Brasil con calle Las Rosas. Posteriormente se construyó la Cuesta de Zapata la que reemplazó a la de Lo Prado con el objeto de disminuir las excesivas pendientes de esta última. Actualmente con las rectificaciones del trazado y los tuneles de Lo Prado y Zapata este camino ha reducido su longitud a poco más de 100 km.

En la actualidad se está construyendo la Carretera Austral "Presidente Pinochet" como forma de continuar la Ruta 5 hacia el sur a través de la X y XI Regiones para integrar el territorio continental de Chiloé y Aysén a la economía nacional. Esta carretera parte desde Puerto Montt, sigue hacia Chaitén, Coyhaique, Chile Chico, Cochrane, etc. y se extenderá por más de 1.000 km. de longitud, adentrándose en lugares aún inexplorados y susceptibles de ser colonizados de inmediato, contribuyendo con esto al progreso del país.

La longitud total de la red de caminos del país es de aproximadamente 79.600 km. que se divide en la siguiente forma :

Superficie de rodado	kilometraje	% del total
Hormigón	3.280	4 %
Asfalto	6.310	8 %
Grava	32.260	41 %
Tierra	37.750	47 %
<b>Totales</b>	<b>79.600</b>	<b>100 %</b>

Un 60 % de los caminos de tierra son de tránsito permanente y un 40 % son huellas de temporada, estos últimos que alcanzan aproximadamente 15.000 km., son transitables sólo en temporada seca.

## 2.- Clasificación de Caminos :

La red caminera se ha ido desarrollando a medida de las necesidades de cada zona o región, contemplándose cuatro clases de acuerdo a su importancia y/o servicios que prestan, a saber :

### Clase A : Caminos Nacionales :

Son caminos nacionales el longitudinal (Ruta 5), los que unen las capitales regionales con el longitudinal, con los puertos principales, con aduanas mayores, con aeropuertos internacionales y los caminos internacionales declarados como tales por ley de la República.

### Clase B : Caminos Regionales Principales :

Son los que unen un camino nacional con las capitales provinciales, los que unen dos o tres capitales provinciales entre sí y los que se dirigen a las fronteras en rutas no declaradas caminos internacionales.

### Clase C : Caminos Regionales Secundarios :

Son los caminos que constituyen el acceso principal a las capitales comunales y ciudades de más de 1.500 habitantes.

### Clase D : Caminos Comunales o Locales :

Son aquellos no clasificados entre los anteriores y constituyen casi un 72 %.

Las Clases A, B y C. constituyen la red básica y la Clase D. es la red de caminos locales.

El cuadro siguiente nos muestra la clasificación descrita antes :



Clase de Camino	Hormigón Asfalto		Grava	Tierra	Total	% del T.Gral.
Caminos Nacionales	1.924	2.513	923	48	5.408	6,8
Caminos Reg. Principales.	618	2.501	3.434	863	7.416	9,3
Caminos Reg. Secundarios	298	760	6.331	2.264	9.653	12,1
<hr/>						
Sub-Total Red Básica	2.840	5.774	10.688	3.175	22.477	28,2
Red Caminos Locales	438	531	21.568	34.569	57.106	71,8
<hr/>						
Total General	3.278	6.305	32.256	37.744	79.583	100,0
<hr/>						
% del Total General	4,2	7,9	40,5	47,4	100,0	

Fuente: Dirección de Vialidad - MOP.

La red de caminos del país ha evolucionado en lo que se refiere a crecimiento y calidad de las superficies de rodado. El crecimiento promedio de la red, en los últimos nueve años, ha sido de 1,05% anual acumulativo (ver cuadro 1).

### 3.- Conservación de Caminos :

Se distinguen dos clases de conservación : mayor y menor

La primera corresponde a la reconstrucción total de un camino destruido, ya sea, por haber cumplido la vida útil proyectada por falta de conservación, destrucción por sismos, inundaciones, etc. En este caso se encuentra el Camino Longitudinal que está en proceso de repavimentación en casi toda su extensión.

La segunda es la que mantiene los standards de construcción de los caminos y puede denominarse como la conservación rutinaria, que debe consistir principalmente, en el saneamiento de los caminos. Esta conservación rutinaria está expresada en una publicación periódica del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, denominada "Finanzas y Desarrollo" que dice que la conservación de un camino debe iniciarse al día siguiente de su inauguración y que la operación más importante es el saneamiento, el que consiste en no permitir que se acumule agua dentro de la faja del camino eliminando charcos, lagunas y cualquier corriente de agua o canal que corra por dentro de la faja perjudicando la estabilidad de los terraplenes manteniendo los cauces despejados permitiendo la evacuación rápida de las aguas perjudiciales, tanto en

la superficie de rodado como en la base, sub-base, terraplenes, etc.

Los estudios hidrológicos deben comprender las aguas superficiales y las corrientes subterráneas que son las más perjudiciales por no conocerse sus efectos sino cuando el daño ya está producido.

Por otra parte en el Congreso sobre tecnología de Carreteras de los países en Desarrollo, efectuado en México en Febrero de 1981, el entonces Jefe de la División de Carreteras II en el Banco Mundial, Ing. Jean H. Doyen expresa en su trabajo presentado a dicho Congreso, que el costo total del transporte caminero es la suma de los costos de conservación y el costo de operación de vehículos.

Lo anterior implica que la suma de ambos costos debe ser una constante cuya expresión sería :

$Cc + Cv = Cte.$ , en la que :

Cc es el costo de conservación del camino y

Cv es el costo de operación de vehículos

En consecuencia, cualquiera de estos valores que experimente una variación, se altera la constante, por lo que debe estudiarse acuciosamente cual es, o sería, la inversión más conveniente en el costo de conservación el que, a su vez, depende de la inversión en la construcción del camino.

En la actualidad se ha dado énfasis al mejoramiento y reconstrucción del camino longitudinal que constituye sólo el 5% de la red vial y por el cual circula el 30% del volumen de tránsito anual de todo el país, quedando por lo tanto, el 95% de la red del país soportando el 70% de los volúmenes de tránsito y cuyos caminos son los menos conservados.

Es evidente que hay un nivel de conservación que no cubre el total de las necesidades del país. Es notorio el déficit de autopistas y/o caminos de alta velocidad para una comunicación rápida entre centros poblados, lo que está reclamando nuevas y avanzadas soluciones al problema de accesos y arterias de penetración a las grandes urbes.

Las supercarreteras que el progreso exige, están destinadas al servicio de un tránsito pesado de excepcional frecuencia, lo que a su vez requiere de una especial dedicación y responsabilidad de los ingenieros especialistas para lograr con técnicas modernas, en constante renovación, un mejor comportamiento de las carreteras durante la vida útil prefijada y si fuera posible más allá de esta vida útil.

#### 4.- Capacitación :

Hombres, equipos y maquinarias; recursos naturales y financieros aisladamente considerados no generan riquezas, una razonable productividad no puede lograrse sin el conocimiento total y general del objetivo perseguido. Lo anterior requiere de conocimientos especializados, por lo que se hace indispensable la capacitación.



Si tomamos un profesional de nivel superior o medio y lo ponemos a desempeñar una labor y en ese momento iniciamos su capacitación para el mejor desempeño de ésta, se produce un beneficio cuantificable, ya que se ha atraído a un profesional eficiente que se debe considerar como capital intelectual, compuesto de formación académica además de la capacitación especializada, conceptos ambos inseparables que marchan unidos en todo proceso económico constituyendo el capital humano.

Es de importancia que la función capacitación reciba una amplia acogida y que a su vez sea democrática, permanente y programada; se debe capacitar desde el ejecutivo hasta el último trabajador.

Tampoco debe ser considerada como algo suplementario que no es verdaderamente indispensable, sino que por el contrario es más económico formar un principiante que dejarlo aprender por sí solo su trabajo que provocaría distorsiones en el sistema, además es de toda conveniencia que se desarrolle una persuasión que genere proximidad entre los capacitados y los directivos; lo que redundaría en una mayor eficiencia del personal que permita la investigación de los procesos de ejecución de obras en el propio terreno. Estamos sumidos en una rutina de la cual hay que salir y considerar que, "sin capacitación no hay investigación y sin investigación no hay desarrollo".

Un plan de capacitación eficiente debe constar de formación teórica y formación práctica.

#### Formación Teórica :

- 1.- Conceptos básicos para determinar las necesidades de recursos,
- 2.- Evaluación de necesidades tanto materiales, como humanas con datos específicos,
- 3.- Métodos de estimación y actividades de planificación,

#### Formación Práctica :

- 1.- Encuestas de muestreo
- 2.- Toma de datos para encuestar
- 3.- Procesamiento de encuestas

Analizados los conceptos teóricos y prácticos se deberá ir a la formulación de un plan resumido de capacitación el que debe identificar las necesidades de capacitación conforme a los requisitos en materia de recursos humanos; capacitación orientada al sector vial dentro del marco de los sistemas nacionales existentes de educación y capacitación; instalaciones disponibles para la capacitación de diferentes categorías de personal; modo de preparar un plan; planificación de los recursos humanos, materiales y financieros necesarios para un plan de capacitación.

Después de analizar el concepto "capacitación" desde el período de formación

profesional, cabe preguntarse cuánto vale la capacitación y cómo influye ésta en la producción. Lo que pareciera tan fácil de contestar a través de números y cantidades en juego, es más complejo y antes de obtener una respuesta surgen algunas interrogantes. La primera de estas interrogantes es si el gasto en formación es o no una inversión. Esto está ya definido más arriba, a lo cual podemos responder afirmativamente por cuanto los conceptos formación y capacitación forman un todo entre sí y que es el "capital humano" constituyendo una inversión productiva.

La segunda de estas interrogantes es el costo de la capacitación.

De acuerdo a lo experimentado en algunas industrias este es el orden del 1,5% del monto anual de sueldos y salarios. Sería de interés preguntarse cual debería ser un monto prudente y, como debería fijarse ese monto. Hay costos directos tales como el gasto de capacitación propiamente tal y las remuneraciones del personal durante los períodos de entrenamiento que se pueden determinar en forma fácil, pero existe un número de efectos indirectos que producen gastos que no se pueden cuantificar, tales como la perturbación que se produce en el trabajo debido a la ausencia del personal de sus puestos cuando la capacitación se realiza en los horarios habituales. Esto se podría obviar efectuando la capacitación fuera de las horas de trabajo, pero los trabajadores pueden resistirse a las jornadas de capacitación fuera de horario de trabajo, lo que podría llevar a tener que pagar el tiempo ocupado en capacitación como tiempo extraordinario.

El problema del costo lleva a una tercera interrogante y ésta es la evaluación de los resultados que la capacitación produce. En las condiciones actuales donde se deben afinar los costos unitarios de los productos para competir con las importaciones, el problema de costo de la capacitación debe ser evaluado con rigidez.

Ahora bien, si la capacitación eleva los rendimientos en forma notoria, se podría concluir que incluso elevando los salarios y regalías de los trabajadores se podría llegar a un resultado positivo además del efecto social que se produciría a nivel de quienes lo reciben, que no por ser indirecto desde el punto de vista de las empresas, dejaría de tener un valor representativo.

En consecuencia, una política avanzada en este sentido tiene influencias sociales, económicas y formativas que no deberían escapar a la consideración de quienes ocupan mano de obra principalmente en un momento como el actual en que, incorporadas la computación y las técnicas de información, se pueden optimizar los procesos, rebajar los costos y propender a un mejor nivel de vida de la población. Además es de primordial importancia el seguimiento de los resultados de la capacitación adaptándola a nuevas necesidades, nuevas tecnologías y nuevas metas que se hagan necesarias.

#### Investigación :

El mundo de hoy es un mundo cambiante que habla de cibernética, de computación, de electrónica, de comunicaciones por satélite, la ciencia crea nuevas tecnologías, las tecnologías originan nuevos procesos que obligan a profun-



das transformaciones. El hombre, el ser humano, es la razón de ser, principio y fin de todas estas inquietudes, las que se satisfacen sólo con un permanente conocimiento y una capacitación también permanente, lo que obliga estar al día en todos los adelantos y progresos de la técnica. Se están desarrollando proyectos con tecnologías de hace más de medio siglo, no se hacen estudios geológicos ni hidrológicos sin considerar los estratos profundos que pueden influir en el comportamiento de los caminos. La tecnología extranjera no resuelve estos problemas. Los países en vías de desarrollo han adoptado la política de comprar estas tecnologías extranjera pagando altos precios con la esperanza de obtener un mejoramiento en sus procesos y rebajar sus costos.

En la mayoría de los casos estas tecnologías, que no son siempre las más adelantadas y que estando ya obsoletas continúan respaldadas por patentes que aún no están vencidas, las envían a estos países con el objeto de obtener beneficios adicionales. Igualmente sucede con técnicos y asesores a los que hay que pagar en moneda extranjera, pudiendo hacerse investigación directamente por profesionales nacionales creando nuestras propias tecnologías adaptadas a nuestras condiciones sociales, ambientales, económicas, etc.

Lo anterior nos conduce a meditar cuáles son las causas de este fenómeno, llegando a la conclusión de que la investigación en las distintas fases de la producción y la construcción, llevaría directamente a una mejor implementación del producto final y por consiguiente a la rebaja de los costos. La falta de una investigación científica y tecnológica nos ha llevado a ser un país exportador de materias primas e importador de productos manufacturados lo que en el corto plazo nos ha derivado a un grave deterioro de la economía que nos obliga a meditar sobre ello, creémos tecnología a través de una investigación sistemática que nos lleve a ser capaces de construir mejores caminos y exportar productos manufacturados competitivos en el mercado internacional los que dejarían mano de obra en el país, contribuyendo a afianzar nuestra economía futura.

La investigación debe ser obligación de todos. Las Universidades deben crear departamentos de investigación que abarquen todas las posibilidades del país, Corporaciones, Industrias, Institutos Científicos, serán los responsables del avance y desarrollo integral del país, el que no debe detenerse en ningún momento. "Navegamos en un río torrencioso, no en un lago de aguas tranquilas".

Siendo, como se ha dicho, la capacitación e investigación una necesidad primordial para el desarrollo del país, desafortunadamente tanto los funcionarios como los empresarios y también los propios trabajadores las han tomado con indiferencia, se utiliza no más allá de un 30% de las franquicias tributarias que otorga el Gobierno a través del estatuto de capacitación ocupacional, por lo que se hace necesario, cambiar las modalidades de entrenamiento e incentivar los programas para lograr una mayor motivación e interés de parte de todos los estratos de producción ya que con una buena capacitación se podrá obtener una mayor productividad.

En cuanto a costo de operación de vehículos, volúmenes de tránsito, transitableidad de los caminos y economía de costos de operación de vehículos se



acompaña un cuadro que resume todos estos conceptos. En la primera columna "Estado de los caminos" se presentan los conceptos de bueno, regular y malo y el respectivo porcentaje que representaría el estado de ellos. Las siguientes columnas se explican por sí solas hasta llegar a la última que da los mayores costos totales por operación de vehículos en un año y todo expresado en dólares.

Se concluye que para el año del estudio (1978) la economía nacional soportaba una cantidad superior a 120 millones de dólares anuales por mayor costo de operación de vehículos, los que siendo de cargo de los transportistas, estos, a su vez los traspasan a los consumidores que son los que efectivamente pagan estos mayores costos.

En estos últimos años no se han actualizado los valores antes expuestos, pero con el aumento del parque de vehículos, el alza de los combustibles y lubricantes, etc. los mayores costos que soporta la economía nacional es probable que se eleven al doble o triple de las cantidades expresadas, concluyendo que la evaluación del desarrollo de acuerdo a la investigación es consecuencia de una capacitación de alto nivel en todos los estratos.

La capacitación debe ser el medio para que, a través del diálogo y la comunicación, hacer partícipes a todos los trabajadores de la gestión a la cual todo conjunto debe estar abocado; ya sea, por medio de charlas, reuniones o instrucciones especiales se sitúen en el lugar en que prestan sus servicios indicándoles a su vez, sus deberes, derechos y obligaciones, a fin de evitar tropiezos en el desarrollo de la labor encomendada y que cada individuo debe sentirse "como el eslabón de una cadena que no se debe cortar o como el engranaje de una máquina que no se puede detener".

Santiago, Abril de 1984.

Evolución de la Red Vial entre 1974 y 1982

Cuadro 1

Tipo de pavimento	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Hormigón	3.444	3.614	3.611	3.696	3.790	3.660	3.636	3.213	3.278
Asfalto	5.417	5.415	5.398	5.554	5.834	5.943	6.204	6.206	6.305
Grava	28.798	31.590	32.263	36.181	37.068	38.511	37.853	31.973	32.256
Tierra	32.458	32.917	34.540	29.566	29.905	30.446	31.888	36.633	37.744
Totales	70.117	73.536	75.812	74.997	76.597	78.560	79.581	78.025	79.583
Incremento de la red Base 1974 = 100	100	104,88	108,12	106,98	109,24	112,04	113,50	112,78	113,50



Cuadro 2

ESTADO DE LOS CAMINOS		VOLUMEN DE TRAFICO Veh. x km. x año x 106	COSTO NORMAL DE OPERACION DE VEHICULOS US\$ x km.	COSTO TOTAL NORMAL DE OPERACION DE VEHICULOS US\$	INCREMENTO DEL COSTO OPERACION EN %	INCREMENTO PARCIAL COSTO OPERACION US\$	TOTAL MAYOR COSTO OPERACION VEHICULOS EN UN AÑO. US\$
CAMINOS PAVIMENTADOS - VEHICULOS LIVIANOS							
Bueno	35%	706	0.150	105.900.000	0	--	
Regular	35%	705	0.150	105.750.000	7	7.402.500	
Malo	30%	605	0.150	90.750.000	23,5	21.326.250	30.728.850
CAMINOS PAVIMENTADOS - VEHICULOS COMERCIALES							
Bueno	35%	415	0.287	119.105.000	0	--	
Regular	35%	414	0.287	118.818.000	7	8.317.260	
Malo	30%	355	0.287	101.885.000	23,5	23.942.975	32.260.235
CAMINOS DE GRAVA - VEHICULOS LIVIANOS							
Bueno	25%	162	0.221	35.802.000	0	--	
Regular	30%	195	0.221	43.095.000	7	3.016.650	
Malo	45%	292	0.221	64.532.000	23,5	15.165.020	18.181.670
CAMINOS DE GRAVA - VEHICULOS COMERCIALES							
Bueno	25%	95	0.406	38.570.000	0	--	
Regular	30%	114	0.406	46.284.000	7	3.239.880	
Malo	45%	172	0.406	69.832.000	23,5	16.410.520	19.650.400
CAMINOS DE TIERRA - VEHICULOS LIVIANOS							
Bueno	0%	0	0.254	--	0	--	
Regular	40%	83	0.254	21.082.000	7	1.475.740	
Malo	60%	125	0.254	31.750.000	23,5	7.461.250	8.936.990
CAMINOS DE TIERRA - VEHICULOS COMERCIALES							
Bueno	0%	0	0.518	--	0	--	
Regular	40%	49	0.518	25.382.000	7	1.776.740	
Malo	60%	73	0.518	37.814.000	23,5	8.886.290	10.663.030
		4.560	Total mayor costo anual por operación de vehículos.			US\$ 120.421.175	

SANTIAGO, Mayo de 1978