

ruta, según está trazada en el mapa, no encontraría montañas de suficiente elevación para presentar obstáculos graves. La distancia sería, sin embargo, mayor que por la línea al O. del *Coatzacoalcos*, y pasando comparativamente por mayor número de ríos, que exigirían puentes costosos, corriendo el riesgo de perjuicios que podrían causar las avenidas, parece que debe resolverse que se construya el camino por la línea del O., á pesar de las grandes ventajas de *Paso-Nuevo* para un puerto, y para término del camino.

Finalmente, no puedo dejar de decir que para la consecución de los resultados que he publicado, me han favorecido con su eficaz ayuda los Sres. C. C. Smith y D. J. Johns, que tenían á su cargo respectivamente la formación del plano y la nivelación.

Habiendo dado ya una noticia detallada de toda la línea, debo referir algunos de sus caracteres principales y el costo del camino.

Las tablas que se ponen á continuación manifiestan la longitud, ascenso y descenso, é inclinación de cada milla, y también el ascenso y descenso totales en cada variación de la división central, comprendida entre los llanos del *Atlántico* y del *Pacífico*.

Tabla de inclinaciones del río Jaltepec á los llanos del Pacífico.

DIVISION II.—Sección 1.<sup>a</sup> á 11 inclusive.

| Estaciones de<br>100 piés. | Longitud. | Elevacion so-<br>bre el Pacífico. | Ascenso. | Descenso. | Ascenso total. | Descenso to-<br>tal. | Inclinacion por<br>millas. |           |
|----------------------------|-----------|-----------------------------------|----------|-----------|----------------|----------------------|----------------------------|-----------|
|                            |           |                                   |          |           |                |                      | Ascension                  | Depresion |
| Desde                      | A         | Piés.                             | Piés.    | Piés.     | Piés.          | Piés.                | Piés.                      | Piés.     |
| 0                          |           | 115                               |          |           |                |                      |                            |           |
| 0                          | 20        | 2.000                             | 115      |           |                |                      | A nivel.                   | A nivel.  |
| 20                         | 74        | 5.400                             | 160      | 45        | 45             |                      | 44                         |           |
| 74                         | 127       | 5.300                             | 175      | 15        | 60             |                      | 15                         |           |
| 127                        | 230       | 10.300                            | 292      | 117       | 177            |                      | 60                         |           |
| 230                        | 407       | 17.700                            | 230      |           | 62             | 62                   |                            | 18½       |
| 407                        | 476       | 6.900                             | 194      |           | 36             | 98                   |                            | 27½       |
| 476                        | 503       | 2.700                             | 218      | 24        | 201            |                      | 47                         |           |
| 503                        | 527       | 2.400                             | 205      |           | 13             | 111                  |                            | 28½       |
| 527                        | 539       | 1.200                             | 215      | 10        | 211            |                      | 44                         |           |
| 539                        | 584       | 4.500                             | 170      |           | 45             | 156                  |                            | 53        |
| 584                        | 610       | 2.600                             | 155      |           | 15             | 171                  |                            | 30½       |
| 610                        | 655       | 4.500                             | 155      |           |                |                      | A nivel.                   | A nivel.  |
| 655                        | 705       | 5.000                             | 197      | 42        | 253            |                      | 44½                        |           |
| 705                        | 723       | 1.800                             | 200      | 3         | 256            |                      | 9                          |           |
| 723                        | 778       | 5.500                             | 232      | 32        | 288            |                      | 30½                        |           |
| 778                        | 884       | 10.600                            | 352      | 120       | 408            |                      | 60                         |           |
| 884                        | 915       | 3.100                             | 338      |           | 14             | 185                  |                            | 24        |
| 915                        | 933       | 1.800                             | 338      |           |                |                      | A nivel.                   | A nivel.  |
| 933                        | 987       | 5.400                             | 307      |           | 31             | 216                  |                            | 30        |
| 987                        | 1.020     | 3.300                             | 325      | 18        | 126            |                      | 29                         |           |
| 1.020                      | 1.070     | 5.000                             | 310      |           | 15             | 231                  |                            | 16        |
| 1.070                      | 1.095     | 2.500                             | 323      | 13        | 439            |                      | 27½                        |           |
| 1.095                      | 1.126     | 3.100                             | 305      |           | 18             | 249                  |                            | 30½       |
| 1.126                      | 1.137     | 1.100                             | 305      |           |                |                      | A nivel.                   | A nivel.  |
| 1.137                      | 1.180     | 4.300                             | 340      | 35        | 474            |                      | 43                         |           |

DIVISION III.—Secciones 12 á 22 inclusive.

| Estaciones de<br>100 piés. |       | Longitud | Elevacion sobre<br>el Pacífico. |       |       |       | Ascenso total. | Descenso total. | Inclinacion por<br>millas. |           |
|----------------------------|-------|----------|---------------------------------|-------|-------|-------|----------------|-----------------|----------------------------|-----------|
| De                         | á     |          | Piés.                           | Piés  | Piés  | Piés  |                |                 | Ascension                  | Depresion |
| 1.180                      | 1.215 | 3.500    | 315                             | ..... | 25    | ..... | 274            | .....           | 37½                        |           |
| 1.215                      | 1.240 | 2.500    | 340                             | 25    | ..... | 499   | .....          | 53              | .....                      |           |
| 1.240                      | 1.290 | 5.000    | 295                             | ..... | 45    | ..... | 319            | .....           | 47½                        |           |
| 1.290                      | 1.340 | 5.000    | 280                             | ..... | 15    | ..... | 334            | .....           | 16                         |           |
| 1.340                      | 1.350 | 1.000    | 286                             | 6     | ..... | 505   | .....          | 31½             | .....                      |           |
| 1.350                      | 1.405 | 5.500    | 286                             | ..... | ..... | ..... | .....          | A nivel.        | A nivel.                   |           |
| 1.405                      | 1.450 | 4.500    | 300                             | 14    | ..... | 519   | .....          | 16½             | .....                      |           |
| 1.450                      | 1.474 | 2.400    | 287                             | ..... | 13    | ..... | 347            | .....           | 28½                        |           |
| 1.474                      | 1.490 | 1.600    | 287                             | ..... | ..... | ..... | .....          | A nivel.        | A nivel.                   |           |
| 1.490                      | 1.540 | 5.000    | 330                             | 43    | ..... | 562   | .....          | 45½             | .....                      |           |
| 1.540                      | 1.570 | 3.000    | 295                             | ..... | 35    | ..... | 382            | .....           | 61½                        |           |
| 1.570                      | 1.590 | 2.000    | 307                             | 12    | ..... | 574   | .....          | 32              | .....                      |           |
| 1.590                      | 1.660 | 7.000    | 315                             | 8     | ..... | 582   | .....          | 6               | .....                      |           |
| 1.660                      | 1.720 | 6.000    | 348                             | 33    | ..... | 615   | .....          | 29              | .....                      |           |
| 1.720                      | 1.864 | 14.400   | 512                             | 164   | ..... | 779   | .....          | 60              | .....                      |           |
| 1.864                      | 1.900 | 3.600    | 512                             | ..... | ..... | ..... | .....          | A nivel.        | A nivel.                   |           |
| 1.900                      | 1.947 | 4.700    | 550                             | 38    | ..... | 817   | .....          | 42½             | .....                      |           |
| 1.947                      | 1.963 | 1.600    | 555                             | 5     | ..... | 822   | .....          | 16½             | .....                      |           |
| 1.963                      | 2.103 | 14.000   | 723                             | 168   | ..... | 990   | .....          | 63 *            | .....                      |           |
| 2.103                      | 2.139 | 3.600    | 714                             | ..... | 9     | ..... | 391            | .....           | 13                         |           |

\* No pasará de 60.

DIVISION IV.—Secciones 23 á 33 inclusive.

| Estaciones. |       | Longitud | Elevacion sobre<br>el Pacífico. |       |       |       | Ascenso total. | Descenso total. | Inclinacion por<br>millas. |           |
|-------------|-------|----------|---------------------------------|-------|-------|-------|----------------|-----------------|----------------------------|-----------|
| De          | á     |          | Piés.                           | Piés  | Piés  | Piés  |                |                 | Ascension                  | Depresion |
| 2.139       | 2.177 | 3.800    | 754                             | 40    | ..... | 1.030 | .....          | 55              | .....                      |           |
| 2.177       | 2.238 | 6.100    | 783                             | 29    | ..... | 1.059 | .....          | 25              | .....                      |           |
| 2.238       | 2.300 | 6.200    | 795                             | 12    | ..... | 1.071 | .....          | 10              | .....                      |           |
| 2.300       | 2.350 | 5.000    | 855                             | 60    | ..... | 1.131 | .....          | 63              | .....                      |           |
| 2.350       | 2.445 | 9.500    | 745                             | ..... | 110   | ..... | 501            | .....           | 61                         |           |
| 2.445       | 2.472 | 2.700    | 723                             | ..... | 22    | ..... | 523            | .....           | 43                         |           |
| 2.472       | 2.502 | 3.000    | 741                             | 18    | ..... | 1.149 | .....          | 32              | .....                      |           |
| 2.502       | 2.621 | 11.900   | 683                             | ..... | 58    | ..... | 581            | .....           | 26                         |           |
| 2.621       | 2.753 | 13.200   | 770                             | 87    | ..... | 1.236 | .....          | 35              | .....                      |           |
| 2.753       | 2.810 | 5.700    | 708                             | ..... | 62    | ..... | 643            | .....           | 58                         |           |
| 2.810       | 2.863 | 5.300    | 688                             | ..... | 20    | ..... | 663            | .....           | 20                         |           |
| 2.863       | 2.914 | 5.100    | 712                             | 24    | ..... | 1.260 | .....          | 25              | .....                      |           |
| 2.914       | 2.960 | 4.600    | 707                             | ..... | 5     | ..... | 668            | .....           | 6                          |           |
| 2.960       | 2.980 | 2.000    | 714                             | 7     | ..... | 1.267 | .....          | 18½             | .....                      |           |
| 2.980       | 3.051 | 7.100    | 793                             | 79    | ..... | 1.346 | .....          | 59              | Cumbre.                    |           |
| 3.051       | 3.299 | 24.800   | 490                             | ..... | 303   | ..... | 971            | .....           | 64.4*                      |           |
| 3.299       | 3.490 | 19.100   | 302                             | ..... | 188   | ..... | 1.159          | .....           | 52                         |           |
| 3.490       | 3.526 | 3.600    | 272                             | ..... | 30    | ..... | 1.189          | .....           | 44                         |           |
| 3.526       | 3.600 | 7.400    | 240                             | ..... | 32    | ..... | 1.221          | .....           | 23                         |           |
| 3.600       | 3.630 | 3.000    | 240                             | ..... | ..... | ..... | .....          | A nivel.        | A nivel.                   |           |

\* No pasará de 60.

*Tangentes, curvatura &c., en la division del medio ó central.*

|                                      |              |
|--------------------------------------|--------------|
| Total longitud de las tangentes..... | 47 0 millas. |
| Id. de las curvaturas.....           | 21 7 „       |
| Longitud de la línea.....            | 68 7 „       |

|  |            |
|--|------------|
| Grados de las curvas á la derecha..... | 1.734° 23' |
| Id. id. á la izquierda.....            | 1.655° 25' |

Número total de grados de las curvas. 3.390° 48'

|   |              |
|---|--------------|
| Ascenso total de Jaltepec á los llanos del Pacífico.....                | 1.346 piés.  |
| Descenso id. id. id.....  | 1.221 „      |
| Elevacion mayor que hay que vencer sobre los llanos del Pacífico.....   | 593 „        |
| Aumento de distancia correspondiente al ascenso y descenso.....         | 48 6 millas. |
| Id. id. á la curvatura.....   | 2 2 „        |
| Total longitud de la línea considerando la inclinacion y curvatura..... | 119 5 „      |

Esto manifiesta la longitud de un camino recto y á nivel, que con un locomotor y tren de carros dados, necesitaria la misma potencia que el mismo locomotor y tren necesitarian para vencer todas las inclinaciones y curvas de la línea reconocida.

Debe tenerse presente que estos cálculos se han hecho únicamente de la parte mas dificultosa de la línea, entre el rio *Jaltepec* y la base de las montañas que dan á los llanos del *Pacífico*; pues en la de *Minatillan* al *Jaltepec*, y de la base de las montañas á la *Ventosa* no se presentan dificultades.

Como la mayor inclinacion al aproximarse á las cumbres por ambas laderas de la cordillera divisoria será de 60 piés por milla, el mismo locomotor podrá subir el mismo peso por ambas laderas.

*Tabla comparativa de inclinaciones y curvaturas, y de los socavones (túneles).*

| NOMBRE DEL CAMINO.       | Inclinacion máxima por milla. | Radio mínimo de curvatura. | Longitud de los socavones.   |
|--------------------------|-------------------------------|----------------------------|--|
| Baltimore y Ohio.....    | 116                           | 880                        | 2 millas.  |
| Baltimore y Susquehanna. | 90                            |                            | Se está construyendo actualmente un socavon (túnel) de cuatro miles de largo en el monte Hoca..... |
| Rio Connecticut.....     | 32                            | 882                        |  |
| Boston y Worcester.....  | 40                            | 600                        |  |
| Occidental.....          | 84                            | 882                        |  |
| Nueva-York y Erie.....   | 60                            | 800                        |  |
| <i>Tehuantepec</i> ..... | 60                            | 1.000                      | ½ milla.   |

La inclinacion de 116 piés en el camino de Baltimore y Ohio, es en una longitud de ocho millas y media, y tiene una curva de mil piés de radio. Con esa inclinacion un locomotor de 24 toneladas de peso, construido por

Ross Winans y con una fuerza de traccion de 15.160 libras, ha ascendido con un tren de dieziseis carros cargados pesando en junto, sin el tender, 208 toneladas á razon de seis á ocho millas por hora.

El mismo locomotor ascendió la misma inclinacion con un tren de pasajeros que pesaba 118 toneladas, á razon de diecisiete millas por hora.

Se puede calcular con seguridad, en vista de lo expuesto, que un locomotor igual de 24 toneladas, arrastrará un tren de veinte carros que pese 122 toneladas y lleve 178 de flete, de *Minatitlan* á la *Ventosa*, y vice versa, á razon de veinte millas por hora, por término medio, con la inclinacion que tiene la línea segun el reconocimiento hecho hasta ahora.

*Distancias de unos puntos á otros por ferro-carril en el Istmo de Tehuantepec, desde el término de la navegacion en el Atlántico, hasta igual término en el Pacífico.*

| DESDE MINATITLAN Á LA VENTOSA.                 | Por la línea reconocida. | Por el viento. | Diferencia entre ambas líneas. |
|--|--------------------------|----------------|--------------------------------|
|  | Millas.                  | Millas.        | Millas.                        |
| Minatitlan al paso de Jaltepec.....            | 62·1                     | 54·2           | 7·9                            |
| Jaltepec al cerro Sarabia.....                 | 24·0                     | 22·8           | 1·2                            |
| Cerro Sarabia al pié del Paso de Chivela*..... | 45·1                     | 30·6           | 14·5                           |
| Del pié del Paso de Chivela† á la Ventosa..... | 35·0                     | 23·6           | 11·4                           |
| Jaltepec al rancho de la Martar.....           | 69·1                     | 53·8           | 15·3                           |
| Jaltepec á la Ventosa.....                     | 104·1                    | 82·7           | 21·4                           |
| Minatitlan á la Ventosa.....                   | 166·2                    | 129·8          | 36·4                           |
| Boca del rio á Minatitlan.....                 | 20·0                     | 000·0          | 00·0                           |
| Boca del rio á la Ventosa.....                 | 186·2                    | 143·5          | 42·7                           |

\* Rancho de la Martar.

† Por la villa de *Tehuantepec*.

Por lo que se ve en la tabla precedente se demuestra que concluido el camino, los pasajeros podrán atravesar con la mayor facilidad de un Océano á otro, en el corto espacio de *seis horas*.

Las excavaciones en el camino de fierro de *Tehuantepec* se harán generalmente en tierra, arena, cascajo, arcilla y roca sólida y resquebrada; y al calcular los costos de extraccion, los he aumentado desde un 50 hasta 100 por 100 sobre el que tienen en los Estados-Unidos iguales obras, para que los cálculos no sean bajos.

He computado la conduccion de la yarda cúbica de escombros llevada á mas de 100 piés, en 10 *milésimos* la tierra y 15 la roca por cada 100 piés.

Una parte considerable de las excavaciones puede hacerse con naturales del país, pues los indios probablemente las harian en los puntos que pasan cerca de sus pueblos, ajustando el trabajo por yardas cúbicas; pero en los que estén lejanos de pueblos ó haciendas, será necesario hacer jacales para ellos y sus familias, porque teniendo á su lado á sus mujeres é hijos y los medios de adquirir sus alimentos, no pueden tener pretexto para ausentarse. Haciendo que encuentren placer en el trabajo, puede contarse con ellos con bastante seguridad. La falta absoluta de ocupacion que hay actualmente, la ansiedad manifiesta para conseguirla y la escasez de dinero en el *Istmo*, son circunstancias todas que pondrán el trabajo personal á precio bajo, que puede pagar la compañía. Seria necesario probablemente que trabajaran en cuadrillas, separados de los jornaleros extranjeros, y con un capataz inteligente para cada veinte hombres; y ciertamente que limpiarían y rozarían haciéndolo mucho mas barato que los extranjeros, pues el manejo del machete es su fuerte.

El cura de una de las poblaciones inmediatas á la línea, me dijo que el podría proporcionar de 500 á 1.500 hombres y obligarlos á trabajar, y que deseaba que se le informara por cartas cuando comenzaría las obras la compañía, para esparcir la noticia entre los habitantes y hacer todas las combinaciones para el objeto. Comó 500 hombres, juchitecos la mayor parte, se ocuparon en el camino carretero en el *Paso de Chivela*, bajo la direccion de los ingenieros de D. José de Garay, en cuyo trabajo tuvieron ocasion de aprender el manejo de las palas, los picos y las carretillas, y no ignoran por consiguiente la clase de las obras que ha de hacerse.

Los jornales en los Estados-Unidos son casi tres veces mas que el de los naturales en el *Istmo*, y suponiendo que uno de estos no haga mas que la mitad de lo que hace un extranjero, puede calcularse con seguridad que el trabajo de los naturales no solo no excederá sino que ni llegará al costo del de aquellos. La compañía puede enviar con gran facilidad en sus propios buques los trabajadores extranjeros tan luego como se establezca la comunicacion regular; además, el aliciente de la colonizacion, y la probabilidad de que muchos busquen ocupacion aun yendo á sus expensas hasta el *Istmo*, proporcionarán abundancia de brazos.

Sobre emplear naturales en los trabajos, copiaré parte de una carta del Sr. Trautwine:

“El jornal que generalmente pagábamos á los peones del país en el canal entre Cartagena y el rio Magdalena en Nueva Granada, era de tres reales diarios, y á los capataces del país cuatro: consideraban estos jornales como muy altos.

Recibian indiferentemente el real del país ó la moneda de diez centavos de los Estados-Unidos, porque ambos tienen el mismo valor en Nueva Granada, y se mantenian ellos mis-

mos gastando de medio á uu real diario, pues abundaban los víveres.

Viven *principalmente* de plátanos, yucas, arroz, pan de casave y el tasajo del país; á cuyos alimentos agregan maiz, frijoles, pescado seco, fruta &c., todas las veces que pueden conseguirse.

Cuando se reunia un número considerable de trabajadores por algun tiempo, generalmente se construía en pocas semanas una aldea india, en que muchos de ellos se alojaban y compraban los víveres. Generalmente almorzaban y comian en cuadrillas en el punto de los trabajos, y algunas de sus mujeres funcionaban de comisarios y cocineras, trabajando estas en la misma línea de las obras y comiendo los hombres al aire libre. Nosotros hicimos construir cabañas para ellos, en algunos casos en que las circunstancias lo requerian.

Se les daban tareas todas las semanas, y cada hombre por término medio removía de tres á seis yardas cúbicas diarias, segun la naturaleza del terreno, su disposion para el trabajo &c. No tengo conocimiento de la clase de obras de ustedes, para atreverme á manifestar mi opinion respecto de la conveniencia de ocupar peones extranjeros; mas por la experiencia que tengo, nunca pensaria en depender mas que de los naturales del país para formar la *gran masa* de trabajadores. Nos produjo buenos resultados un sistema de premios de poca importancia, que establecimos para las cuadrillas que trabajaban mas de la tarea que se les señalaba; pues creaba rivalidad y á los flojos de cada cuadrilla los hacian trabajar los otros para ganar los premios.

Mucha parte de la tierra se llevaba en carretones tirados por caballos ó mulas; tambien haciamos uso de los burros chicos del país para sacar la de los tajos en cajones de cosa de un pié cúbico, de que llevaban dos en carga, y tenian el fondo con bisagras para descargar la tierra. Este método nos salió bien, pero generalmente hablando eran mejores los carretones.

En los tajos de poca profundidad tambien nos serviamos de carretillas. Adiestrándolos lo bastante para el objeto, los naturales del país trabajaban muy bien, y estoy persuadido de que

hacían mas de lo que los blancos hubieran hecho en este címal, y mas barato.

Deseo que la línea de ustedes no esté en las inmediaciones del camino actual de los viajeros; porque los naturales, aunque son tratables y trabajadores cuando están solos, y se les trata con cierto cariño y firmeza, se corrompen enteramente puestos en contacto con una corriente de viajeros, tal como la que hoy va y viene de California. Así lo experimenté yo en el istmo de Panamá."

#### MATERIALES DE CONSTRUCCION.

*Canteras.* Se encuentra piedra para este objeto en la línea del reconocimiento, en los cerros que están entre los ríos *Jaltepec* y *Jumiapa*; en los cerros de *Sarabia* y *Xochiapa*; en la cadena de la *Majada*; en los pasos de las montañas, cerros de *San Diego* y del *Morro*, y en otros muchos puntos de la línea del camino. Son estas canteras de arenisca, granito, sienita, caliza y mármol.

*Cal hidráulica.* Se dice que se encuentra en algunos puntos de los Estados de Veracruz y Oajaca, pero no sé que la haya en el *Istmo*. Las partes de que se compone, sin embargo, como son la cal comun, arcilla, arcilla ferruginosa y pizarra, constituyen algunas de las principales formaciones, y con una combinacion propia, me parece que se haría un cimiento artificial excelente.

*Cal comun.* Se hace en inmensas cantidades en la mayor parte del *Istmo*, y en muchos puntos inmediatos á la línea del camino, habiendo cerros extensos formados principalmente de piedra caliza y mármol.

*Arena.* La hay en muy grandes cantidades en todos

los ríos principales de las llanuras, y en muchos lugares de la division central.

*Ladrillo.* Se encuentra barro para ese objeto en muchos puntos: se usa para hacer los pisos y las casas en *Tehuantepec* y otras poblaciones de las divisiones del N. y del S.

*Madera.* De la mejor calidad y propia para toda la obra se encuentra tambien.

#### CÁLCULO DEL COSTO.

En el caso de que el camino haya de pasar al O. del *Coatzacoalcos*, podria ser conveniente que se construyese el tramo de *Jaltepec* á la *Ventosa*, antes que el de *Minatitlan* á *Jaltepec*: los cálculos de ambos se han hecho separadamente, para una sola vía de seis piés de ancho, con las vías laterales y plataformas giratorias necesarias, y sobre un asiento de veintidos piés de ancho en las excavaciones y dieziseis en los terraplenes, con declivios de uno y medio de base por uno de altura en la tierra, y un cuarto por uno en la roca, en los tajos; y en los terraplenes uno y medio por uno en tierra y uno por uno en roca. Al construir el camino habrá que hacer modificaciones segun lo exija la clase de materiales, cuya *calidad* se gradúa aquí aproximadamente, aunque en general acercándose mucho á la realidad. La manufactura de las alcantarillas se supone que ha de ser de buenos arcos sólidos de sillería, puesta sin mezcla. Los estribos y pilares de los puentes serán igualmente de sillería puesta en seco, y la superestructura de madera.