

oleoducto en la Arabia Saudita

GEORGE D. HARTLEY, ingeniero

588 - 6

El petróleo natural y sus derivados constituyen actualmente un combustible y productos refinados, cuya importancia en el desarrollo económico industrial mundial le lleva a ocupar un rango de sobresaliente interés.

En la Arabia Saudita, la Arabiam American Oil Company, explota, prospecta, refina y construye cuanto al aprovechamiento racional de los yacimientos petrolíferos de esta zona del Oriente Medio exige.

Entre las múltiples y variadas construcciones que esta rica explotación requiere ocupan un lugar de notoria importancia los medios de transporte del apreciado líquido, pues el volumen que anualmente se transporta es de una gran consideración, a lo que hay que añadir la gran distancia que separa los pozos de los lugares de consumo industrial. En este trabajo la atención se concentra sobre este tema y, más estrechamente, en la construcción de oleoductos a través de los grandes y extensos arenales del desierto de la Arabia Saudita, que ha habido que salvar para llevar el petróleo al embarcadero de Sidón, en el Líbano.



La producción anual en petróleo crudo que ha logrado la Aramco en la Arabia Saudita durante el año 1957 se eleva a unos 60 millones de toneladas: el 7 % de la producción del mundo libre en el mismo período de tiempo. Esta producción coloca en uno de los primeros lugares mundiales a estos campos petrolíferos.

Aparte el oleoducto principal, utilizado para el transporte al lugar de embarque en Sidón, cruzando el gran desierto de la Arabia, se han construido y proyectado otros ramales y canalizaciones con dirección a las refinerías, depósitos y lugares de embarque en las costas del Golfo Pérsico.

La línea principal, es decir, el oleoducto hacia Sidón, tiene una longitud de unos 2.000 kilómetros en cifras redondas. Se puede estimar en un 50 % de la producción el volumen de petróleo que se dirige hacia Sidón, en el Líbano, o la isla de Bahrain, en el Golfo Pérsico; el 50 % restante se lleva, también por medio de oleoductos, a Ras Tanura, para ser embarcado o a la refinería.

La Aramco ha coordinado un serio estudio para la explotación, prospección y perforación de pozos en la región del fabuloso campo petrolífero del Ghawar, cuya capacidad, aún desconocida actualmente, puede resultar ser inmensa en el futuro. Los aumentos de producción y mejoras realizadas durante la corta existencia de la Aramco han sido de gran consideración en todos los órdenes.

A la gran red de oleoductos la suplementa las líneas submarinas: construidas algunas y otras en construcción en el Golfo Pérsico. Muchas de estas líneas sirven de unión entre los pozos abiertos en pleno mar y las estaciones de separación de gases del interior.

Para la perforación de nuevos pozos en la costa, bajo una capa de agua de unos 20 m de profundidad, se dispone de plataformas de sondeo, las cuales han sido remolcadas desde Estados Unidos al Golfo Pérsico. Los trenes utilizados en estas perforaciones tienen capacidad suficiente para llegar a los 4.000 m de profundidad.

El gas obtenido en la estación de separación de gases se transporta a los depósitos utilizando canalizaciones metálicas de 0,50 m de diámetro.

La construcción de las líneas submarinas se realiza utilizando unos pontones especiales, de 250 toneladas, proyectados por la Aramco y construidos en Inglaterra. Una de estas líneas submarinas está constituida por una canalización de 20 km de longitud y 0,40 m de diámetro que recoge otros ramales de 0,15 m de diámetro y de unos 16 km de longitud total. Así, pues, una de estas redes está formada por un tronco colector abductor al que convergen otras ramas abductoras.

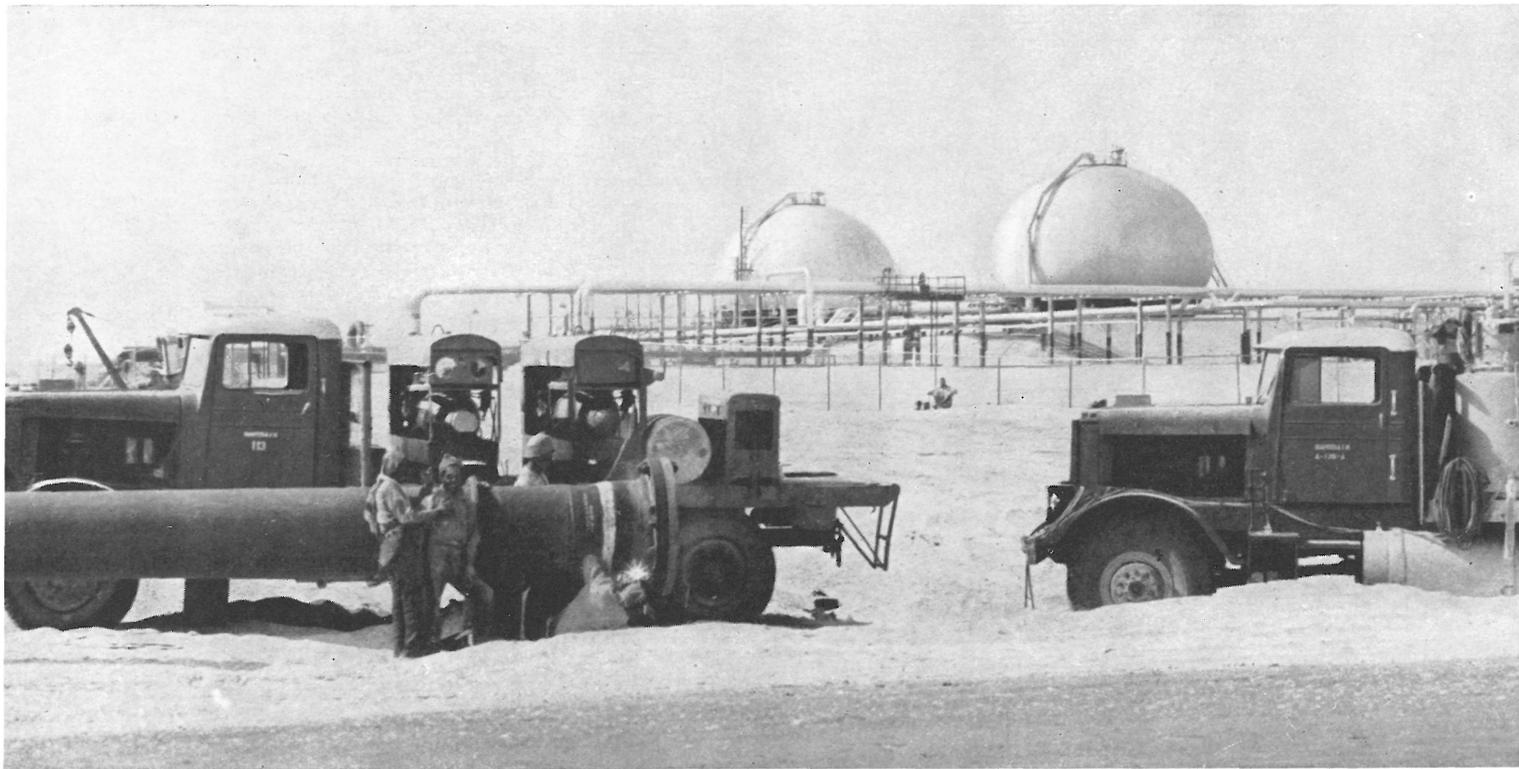
Perforación mecánica sobre la roca que aflora.

Barrenos preparados en espera de carga.

Zanja abierta y tubos en el período de revestimiento.



Para la construcción de estas líneas sumergidas se utiliza el pontón plataforma, donde se sueldan y unen entre sí los tubos, se hacen las comprobaciones necesarias ayudándose de rayos X, se aplican las capas correspondientes de imprimación, se las pinta con un compuesto especial, se las envuelve y, finalmente, se protegen con un revestimiento de hormigón que se ha armado con una tela metálica. Terminadas estas operaciones se avanza la plataforma y se deja la tubería en el fondo del mar. Todas estas tuberías van provistas de su protección catódica contra la corrosión.



La construcción de oleoductos en Arabia Saudita se está realizando con contratistas árabes controlados por un equipo de técnicos de la Aramco. Estos contratistas se han reclutado entre el personal que previamente ha trabajado y preparado por la Aramco. La mano de obra especializada constituye un serio problema que, aunque lentamente, se va resolviendo y adaptando a las circunstancias actuales. Estas contratistas realizan trabajos que no exigen un dominio técnico en la materia. Cuando se han de desarrollar los grandes proyectos que necesitan de una técnica especial, los contratistas son empresas de reconocida solvencia profesional y que disponen de toda clase de especialidades. Estas empresas controlan a los árabes y ejercen sobre ellos una especie de paternidad y facilidades para el entrenamiento de este personal en las distintas especialidades.

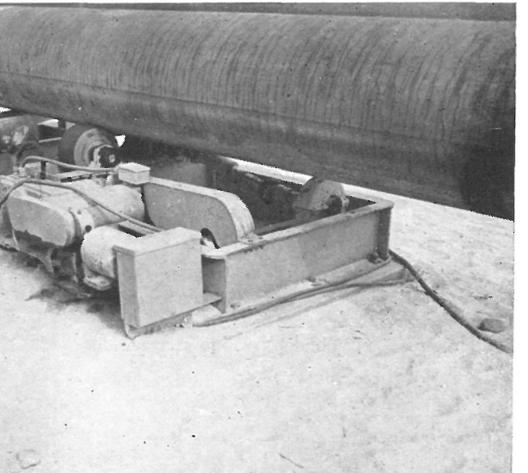
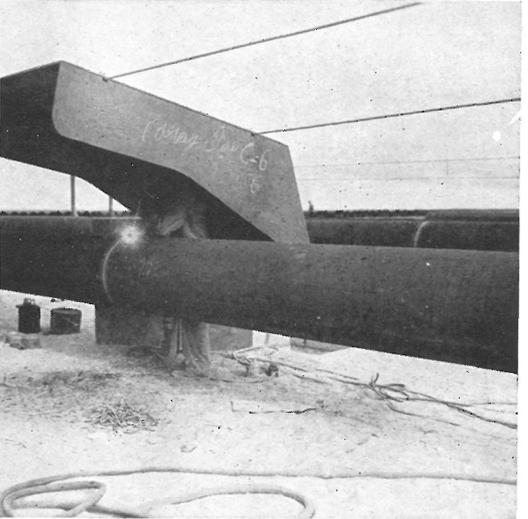
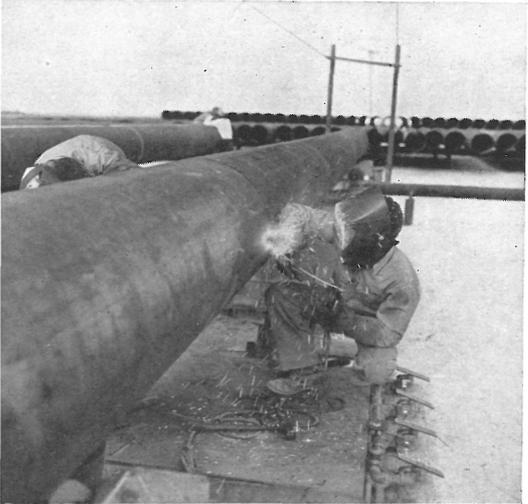
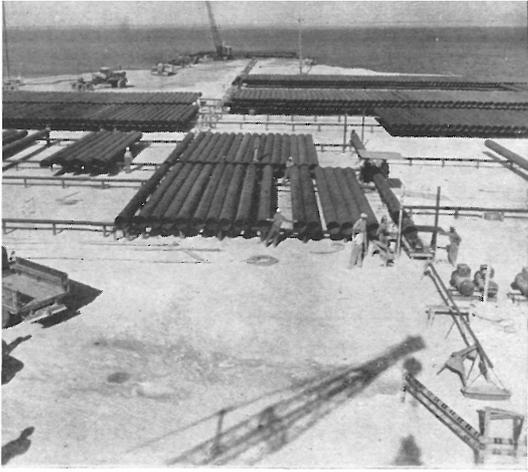
La entidad Aramco es el órgano ejecutor de un grupo denominado Aramco Overseas Company (A. O. C.), con residencia en La Haya, encargado de la redacción de los grandes proyectos y adquisición de materiales en otros países que los EE. UU., donde compra directamente la Aramco.

Debido a que son varios los países que suministran tubos, las características de éstos varían dentro de ciertos márgenes límite. Y, por tanto, es preciso tener especial cuidado para que la heterogeneidad no rebase ciertos límites de irregularidad, repercutibles en las operaciones de soldadura, resistencia y defectos físicos de forma o acabados; esto exige, por parte de la A. O. C., un control especial al adquirir los materiales y que la Aramco establezca una rigurosa inspección en las soldaduras y operaciones que durante la construcción se realizan con estos materiales.

Construcción

Los métodos generales empleados por la Aramco en la construcción de oleoductos en la Arabia Saudita se ajustan, en un todo, a los ya tradicionales en esta materia establecidos en las técnicas de los EE. UU.

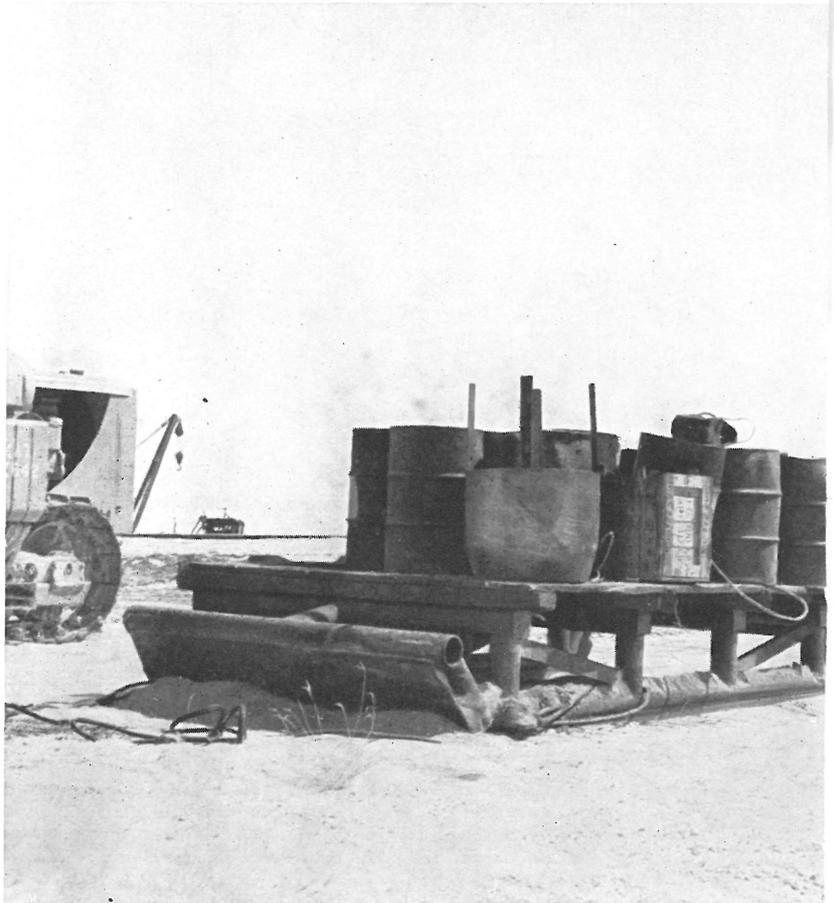
Las primeras exploraciones sobre el terreno se verifican con inspecciones y fotografías aéreas. Fijado parcialmente el trazado, equipos de topógrafos se trasladan a las zonas y levantan planos parciales que fijan el eje y perfiles longitudinales. Generalmente se estudian varias soluciones, a veces hasta unas veinticinco. Para reconocer el terreno bajo la capa superficial se emplean arados mecánicos, de 20 toneladas, que descarnan el terreno siguiendo la dirección del trazado proyectado.



Al redactar un proyecto de ejecución de mayor importancia debe prestarse especial interés a la coordinación general de fases, y, para lo cual, se tendrá en cuenta la carga de materiales, su transporte, manipulaciones, depósitos, y parques de soldadura donde los tubos se unen dos a dos o tres a tres para su ulterior transporte al lugar de colocación definitiva. Es también de suma importancia, tener muy en cuenta el equipo auxiliar, herramientas y orden cronológico del transporte.

Son también factores de importancia en la formación del proyecto, estudiar los detalles de la preparación de trozos de dos o tres tubos en el parque de soldadura; el transporte de tubos al tajo; la preparación de codos o trozos curvos y el apilamiento o depósito de tubos; el número de especialistas y personal auxiliar; los acantonamientos para el personal y su alimentación; transporte local y general de materiales y mano de obra; talleres para la conservación del material auxiliar; abastecimiento de combustibles y lubricantes para la maquinaria, y la estimación del coste final para la realización del proyecto.

Al iniciar la construcción los primeros en personarse en el terreno son los de la brigada topográfica, rompiendo la vanguardia con un replanteo de dirección y superficie rasante. Le sigue inmediatamente después la brigada encargada de abrir la zanja, preparar los puntos de apoyo, contando siempre con un potente equipo de maquinaria auxiliar. El avance es función de las condiciones locales del terreno. Este es, en general, de tipo desértico, arenales, zonas húmedas y otras en las que la roca aparece cubierta por una pequeña capa del terreno. En el replanteo se fijan los lugares de posición de codos, anclajes, drenes, ventosas, cruces para paso de camellos, de carreteras y estaciones.



Almacenamiento terminal de tubos.

Soldadura, en un parque intermedio.

Cabina protectora contra el viento en un parque.

Dispositivo para girar los tubos durante la soldadura.

Trineo con materiales de imprimación.



La unión previa de tubos entre sí, con objeto de formar trozos de mayor longitud y facilitar las operaciones de soldadura en serie sobre los parques, tiene un límite de longitud debido al peso de los tubos de gran diámetro y por la posibilidad de deformaciones permanentes en los de menor diámetro. Los tubos que se apoyan sobre soportes se anclan a las cabezas de éstos por medio de anillos o bandas metálicas. La nueva tendencia actual consiste en sostener la línea en el aire para evitar la corrosión en la medida de lo posible. Tratándose de canalizaciones enterradas, la práctica a seguir es abrir la zanja, colocar la tubería y rellenar después. Para estabilizar el terreno sobre la tubería y evitar la formación de dunas en su proximidad, la parte superficial que cubre la tubería se suele impregnar de aceite bruto.

La circulación de vehículos sobre el desierto no es tan difícil como generalmente se supone. La superficie virgen permite el paso relativamente cómodo con cubiertas de dibujo apropiado a la arena; pero después de haber pasado una vez, la dificultad aumenta. Para estabilizarla y permitir el paso de vehículos pesados, corrientemente se cubre el suelo con materiales margosos; pero esto no se ha generalizado ni justificado en muchos casos.

Como maquinaria auxiliar en la apertura de zanjas se utiliza un arado pesado, de 20 toneladas, tirado por tres topadoras D8. Si la roca no puede ser atacada por este equipo se recurre al arranque normal por explosivos, taladrando con perforadoras neumáticas gemelas o cuádruples que se suspenden de plumas laterales de las topadoras. Complementan a este material los martillos perforadores ordinarios. Las grúas o topadoras equipadas con plumas laterales llevan los compresores que suministran el aire a las perforadoras.

Todo el material y equipo empleado en la perforación y arranque va sobre camión, provisto de una plataforma y grupo generador de energía eléctrica. Como la caliza suele ser bastante porosa, algunas veces hay que repetir las pegas de tiros para lograr la subrasante prevista.

Tanto en las grandes líneas como en los ramales o redes secundarias es necesario contar siempre con una estación o parque de fabricación o preparación de trozos de tubos, cuyas longitudes pueden variar según los casos. En estos parques la operación principal consiste en soldar dos, tres o más tubos para formar un trozo. Para ello, los tubos descansan sobre una serie de tubos carriles o recalces, de forma que puedan experimentar un movimiento de rotación sobre su eje para facilitar la soldadura a medida que ésta avanza en su costura. Para obtener este movimiento de rotación se dispone de un aparato dotado de ruedas entrelazadas sobre las que descansa el tubo que se suelda. Las ruedas al girar mueven el tubo a la posición convenida y a la velocidad que exige el régimen de soldadura. En estos parques, reutilizados muchas veces al construir otras líneas secundarias, se apilan y manipulan los tubos que llegan y salen de él. Otra de las operaciones que se realizan en los parques, es la del tratamiento del tubo y su curvado para las partes acodadas de la línea.

Para evitar enojosas acumulaciones de material, debe procurarse dar rápida salida del parque a los trozos preparados. Los trozos soldados y preparados en el parque se van depositando a lo largo del trazado, donde, apoyándolos sobre durmientes de madera, se procede a su unión entre ellos, soldándolos convenientemente.

Los trozos terminados de canalización se solían apoyar sobre restos de tubos formando T, pero últimamente se ha introducido la práctica de sustituir estos apoyos por bases prefabricadas utilizando el hormigón como material básico. Estos bloques de hormigón se van depositando a lo largo del trazado siguiendo la norma general de espaciamiento.

El viento es el elemento más nocivo en el desierto, principalmente durante el proceso de la soldadura. Para protegerse contra él, se han preparado cabinas portátiles de madera contrachapada; pero la soldadura tiene que suspenderse cuando la velocidad del viento es grande, por hacer impracticable esta operación.

Aunque los codos se preparan en general en los parques, también suele ocurrir que se curve la canalización en la propia obra, utilizando para ello las grúas móviles con pluma lateral y zapatas especiales a este objeto.

A medida que va avanzando la canalización, ésta se va sometiendo a un escrupuloso control de la soldadura, empleando el sistema de rayos X en un 10 % de las costuras soldadas. Como prueba de impermeabilización y resistencia, los trozos terminados se someten a un ensayo a presión. La longitud de los trozos de línea que se ensaya suele ser de unos 1.000 m. Si por el proceso de rayos X o por otra causa aparece alguna duda del buen estado del tubo, éste se retira inmediatamente de la canalización.

Preparado el trozo de canalización, se limpia, se le aplica una capa de imprimación, otra de un compuesto y se le reviste ayudándose con una máquina especial al objeto. En los pasos inferiores de caminos o canales, todas estas operaciones se hacen manualmente.

Las arenas del desierto, ricas en sal, hacen sentir una enérgica acción en el proceso corrosivo del metal en estas zonas; esto ha sido causa de estudiar los efectos locales de la corrosión en el desierto. Una de las medidas preventivas más eficaces, aparte del de las capas y revestimientos protectores de las tuberías, es la de la protección catódica.

De las operaciones de mayor interés en la construcción de oleoductos son la de limpiar, aplicar las capas de imprimación y pintura y el revestimiento final.



Todas estas operaciones se llevan a cabo utilizando una máquina especial. Para que esta máquina pueda trabajar hay que levantar la tubería; esta maniobra la realizan dos grúas móviles provistas de pluma lateral. El aparejo de elevación de estas grúas es una especie de cuna, cuyo fondo, para el apoyo de los tubos, está formado por tres rodillos de gran diámetro. La cuna se mueve avanzando siguiendo el impulso de la grúa; y como se utilizan dos grúas simultáneamente, hay que espaciar estas cunas de manera que no se introduzcan deformaciones permanentes en la tubería debidas a la flexión. El vano máximo tolerado entre dos cunas consecutivas es, para tuberías de 0,76 m de diámetro, de 42 metros.

La máquina que reviste la tubería se coloca sobre ésta y adelanta por sus propios medios. El betún o asfalto que se necesita para el revestimiento se suministra de los bidones que lleva un camión que sigue a la máquina y mediante mangueras metálicas. Las capas del revestimiento consisten en un compuesto de betún, llamado petrolástico, que funde entre 110 y 120° C. Las temperaturas a que suelen llegar los materiales expuestos al sol desértico es de unos 74° C. El revestimiento está formado por una envoltura de tubitos de cristal, de 0,4 mm de calibre, seguido de otra similar, de 0,9 mm de calibre de tubitos y, entre ambos, una capa de asfalto. A medida que avanza la máquina que reviste, ésta va dejando los tubos sobre los apoyos provisionales. Después se desciende la tubería en la zanja y se sueldan los extremos a las temperaturas previstas en el proyecto.

Terminada la soldadura y encaje de la canalización en posición, se coloca un tapón en su interior, se inyecta aire a presión, y el recorrido de este tapón asegura que no ha quedado cuerpo extraño en el interior de la tubería. Estos tapones suelen perderse algunas veces, por lo que se les añade un compuesto de radio u otro isótopo para poderlo detectar con un contador de Geiger en caso de pérdida. El ensayo final de la tubería se verifica sometiendo un trozo o toda la canalización a la presión del aire comprimido inyectado. En estos ensayos, que pueden durar hasta veinticuatro horas, se suelen registrar las presiones y cuantos datos se crean pertinentes y que puedan ser de utilidad en el futuro.

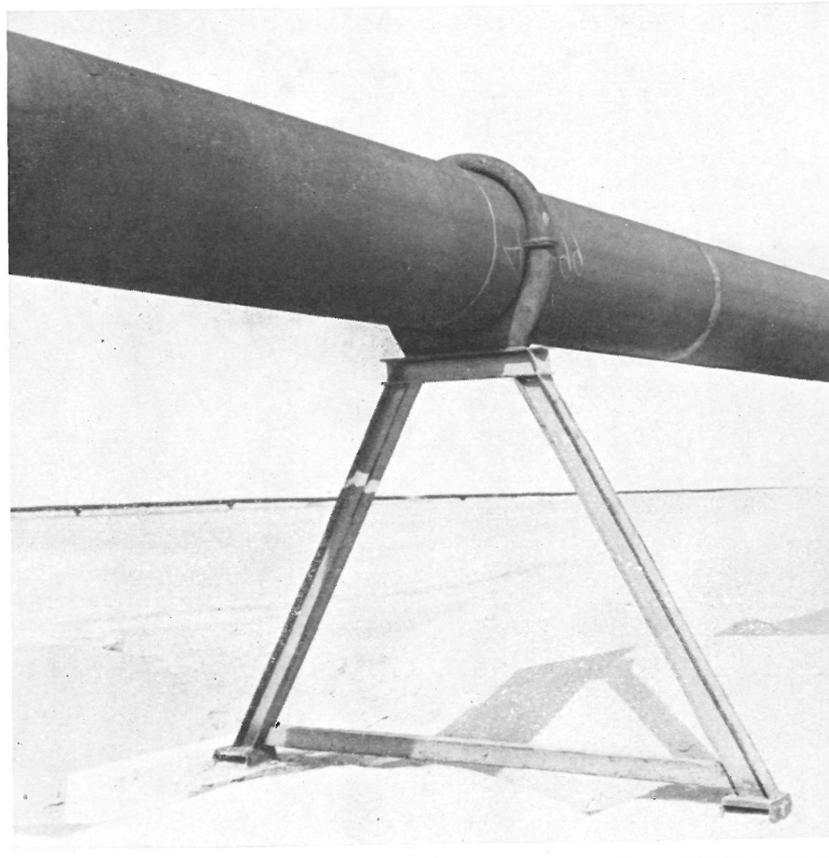
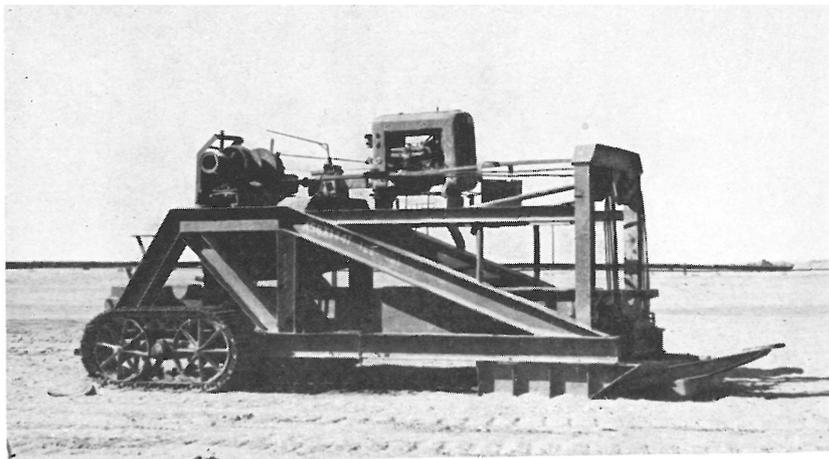
Al terminar la jornada diurna de trabajo se concentra todo el equipo libre del material auxiliar para que los mecánicos se encarguen de su conservación y aprovisionamiento. Estos trabajos nocturnos se iluminan artificialmente con reflectores instalados sobre las plataformas de algunos camiones. La experiencia ha demostrado que el material auxiliar europeo no ha soportado, como la maquinaria auxiliar americana, los duros esfuerzos a que se ha sometido.

Se ha procurado por todos los medios hacer cuantas reparaciones sean factibles en el campo, dejando solamente las que sean muy complicadas y reajustes generales para los parques y talleres centrales, a donde se remolcan los vehículos averiados:

Un equipo de soldadura.

Anillo de sujeción de la tubería al soporte.

Codo para absorber las deformaciones térmicas.



Un estudio de costes, verificado entre 1952 a 1955, ha dado por resultado, en un lote de 16 proyectos, un coste de 3,25 \$ por metro de tubería y por cada fracción de 2,5 cm del diámetro del tubo empleado, de cuyo importe, el 44,7 % corresponde al coste del material. Estas cifras sólo tienen un valor relativo, pues las variables son muchas, aunque la más regular de ellas es la del coste del material.

Para el personal americano se han construido viviendas prefabricadas con aire refrigerado. Ultimamente se han ensayado viviendas remolcadas formando campamentos móviles de 50 personas (estos vehículos son de fabricación alemana). En la medida de lo posible se han proyectado películas y hecho cuanto se ha podido para llevar alguna recreación al personal que trabaja en pleno desierto.

J. J. U.



Fotos facilitadas por J. B. MORRIS

