

VI. SÍNTESIS EJECUTIVA

CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO CENTRO REGULADOR EN EL PUERTO DE VERACRUZ

La estructura del pavimento se conformó con una capa de base hidráulica, la base hidráulica y una carpeta de concreto asfáltico.

Preliminarmente se construyeron caminos provisionales. La construcción de las terracerías inició por el desmonte, desenraizado y limpieza del sitio, y se procedió con la excavación del material, compactando la superficie descubierta. El cuerpo del terraplén se formó en capas uniformes con el material producto de excavación, y en todos los casos su cuerpo se compactó al 90% de su PVSM. Las capas de subrasante se compactaron al 100% de su PVSM de conformidad con el estándar AASHTO.

Posterior a ello, se formó y compactó al 95% de su PVSM AASHTO Estándar, la capa de transición, en el espesor indicado en el proyecto con producto del banco y/o corte según correspondía. El tamaño máximo de las partículas de esta capa no sobrepasó los 75mm (3") de diámetro.

Sobre la capa base, debidamente terminada seca y barrida, se aplicó un riego de impregnación a todo lo ancho de la sección. Después se construyó la carpeta de concreto hidráulico y paralelamente, se construyeron las guarniciones, bordillos y cunetas y lavaderos de conformidad con el proyecto y detectando zonas bajas para el correcto encauce del agua.

El proyecto incluyó la construcción de las instalaciones correspondientes a las partidas de obras de drenaje en las partidas de excavación, plantilla, colocación de la tubería hidráulica, construcción de pozos de visita.

Conforme avanzaba la obra se realizaron las obras de alumbrado, colocando lámparas, postes, registros, transformadores, cables, ductos, etcétera. Se procedió a la construcción de los nichos para la medición y control del alumbrado interconectándolos con tubería de PVC a las correspondientes bases de los transformadores. Acto continuo, se instalaron los conductores de media tensión y para el sistema de tierras, y sujetando firmemente a las pintas de la guía, para proceder a la instalación de los cables de baja tensión (cables THW cal 2) acomodándolos finalmente dentro de los registros con los soportes y ménsulas galvanizados respectivos y se colocaron los transformadores en sus respectivas bases, conectando a estos los conductores primarios y secundarios con sus premoldeados y accesorios de conexión correspondientes. Posteriormente, se procedió al parado y plomeado de los postes con luminarias, interconectando el cable de estas al circuito principal subterráneo de baja tensión, de cada transformador.

Se colocaron especies vegetales como son el pasto en el talud del terraplén, también árboles de la región y palmeras. Dentro de las últimas actividades estuvieron las de señalización, como las de pintado de rayas utilizando pintura termoplástica con micro-esferas integradas.

Finalmente, se realizaron las pruebas de funcionamiento general para efectuar la entrega correspondiente.

MURO DE CONTENCIÓN TIPO ESTATEC, EN COLINDANCIA SUR Y OESTE DEL NUEVO CENTRO REGULADOR DEL PUERTO DE VERACRUZ

En atención a las condiciones topográficas de la zona, se realizó la construcción de un muro plástico el cual tiene por objeto asegurar la contención del suelo arenoso superficial de los terrenos colindantes con la zona de maniobras del Centro Regulador del Puerto de Veracruz, mediante la edificación de una pared vertical, mediante el proceso constructivo denominado "Estatec".

La construcción del muro, se realizó mediante la excavación de una zanja de hasta 60 cm de espesor y hasta 10 metros de profundidad en suelo arenoso de dunas, colado con mortero plástico con mezcla B/C autofraguante, colocación de malla electrosoldada, concreto lazado con un espesor de hasta 8 centímetros y perforaciones de hasta 100 milímetros de diámetro, suministro y colocación de anclas AT-20, inyección de bulbo, tensado y perforaciones de drenes locales así como retenciones verticales de hasta 13.00m de altura para el máximo aprovechamiento del área, así como para la protección de las construcciones aledañas al Centro Regulador.

Se construyó el muro de mortero plástico con la ayuda de un equipo guiado, empotrando por lo menos 0,50 m en la cota de la subrasante y/o 1,00 m en las arenas muy compactas (SPT>40 golpes), posteriormente se descubrió el muro plástico para colocar la malla electro soldada 6-6/6-6 para recibir el concreto lanzado y después alojar las anclas de diferentes longitudes según planos de proyecto, una vez colocadas las anclas se inyectaron con una lechada Agua - Cemento para después tensarlas según precargas de diseño. El proceso fue repetitivo hasta llegar a nivel de carpeta.

Se realizó con éxito la retención de arenas en una pared vertical para el máximo aprovechamiento del área destinada al nuevo Centro Regulador. La obra quedó plenamente terminada y se verificó la entrega de la misma.

HABILITADO DE PATIOS Y VIALIDAD PRINCIPAL DE LA ZONA DE ACTIVIDADES LOGÍSTICAS

Los trabajos constaron de la construcción de una estructura del pavimento conformada por una capa de base de concreto hidráulica y una carpeta de concreto hidráulico.

Preliminarmente se construyeron caminos provisionales. La construcción de las terracerías inició por el desmonte, desenraizado y limpieza del sitio, y se procedió con la excavación del material, compactando la superficie descubierta. El cuerpo del terraplén se formó en capas uniformes con el material producto de excavación, y en todos los casos su cuerpo se

compactó al 90% de su PVSM. Las capas de subrasante se compactaron al 95% de su PVSM de conformidad con el estándar AASHTO.

Posterior a ello, se formó y compactó al 95% de su PVSM AASHTO Estándar, la capa de transición, en el espesor indicado en el proyecto con producto del banco y/o corte según correspondía. El tamaño máximo de las partículas de esta capa no sobrepasó los 75mm (3") de diámetro. Una vez terminadas las terracerías, se inició la construcción de pavimentos, empezando con la sub base hidráulica sobre la capa subrasante. Terminada ésta, una capa de base hidráulica de espesor indicado en proyecto. El material de esta capa fue compactado al 100% de su PVSM de la prueba AASHTO modificada. Sobre la capa base, debidamente terminada seca y barrida, se aplicó un riego de impregnación a todo lo ancho de la sección.

Después se construyó la carpeta de concreto hidráulico con un espesor de acuerdo al proyecto, con concreto hidráulico MR= 48 kg/cm². Colocando pasa juntas canastillas de diámetros y con separaciones indicadas. Paralelamente, se construyeron las guarniciones, bordillos y cunetas y lavaderos de conformidad con el proyecto y detectando zonas bajas para el correcto encauce del agua.

El proyecto incluyó la construcción de instalaciones subterráneas de comunicaciones (Voz y Datos), mediante excavación de zanja para ello, plantilla, colocación de banco de ductos, encofrado y elaboración de registros. Conforme avanzaba la obra se realizaron las obras de alumbrado, colocando lámparas, postes, registros, transformadores, cables, ductos, etcétera. De igual forma se avanzó en la construcción de las instalaciones sanitarias y pluviales.

Finalmente, se colocaron especies vegetales como son el pasto en el talud del terraplén, también árboles de la región y palmeras. Dentro de las últimas actividades estuvieron las de señalización, como las de pintado de rayas utilizando pintura termoplástica con micro-esferas integradas. La obra quedó plenamente terminada y se verificó la entrega de la misma.

CONSTRUCCIÓN DE EJES 50 Y 90 DEL DISTRIBUIDOR "JT" EN EL PUERTO DE VERACRUZ

La construcción de los ejes 50 y 90 del distribuidor JT se desarrolló conforme al proyecto original que contempló la longitud total de ambos ejes, con los anchos de calzada y los puentes, con distintas secciones transversales tal de conformidad con los planos ejecutivos requeridos por la Administración Portuaria Integral de Veracruz S.A. de C.V., dentro de las propias instalaciones de la entidad paraestatal. La planeación integral del procedimiento constructivo abarcó desde las obras preliminares, la construcción de un camino provisional, el colado de pilotes en el lugar, zapatas, construcción de traveses de concreto preesforzado, la fabricación de traveses metálicos, pilas y cabezales, un muro mecánicamente estabilizado, las terracerías y su pavimentación, incluyendo el montaje de traveses con grúas y apoyos de neopreno, la colocación de losas de concreto, guarniciones y parapetos, hasta la limpieza del sitio.

La construcción de las pilas se efectuó en patios ubicados a un kilómetro de la obra, de acuerdo con las especificaciones de construcción tanto en dimensiones como en separación de acero de refuerzo y resistencia del concreto, apegándose estrictamente al proyecto, esta actividad se inició en los primeros días de la obra por ser para la cimentación profunda.

Se procedió a la perforación de los terrenos para el hincado de los pilotes, las grúas que se utilizaron para estos trabajos estaban provistas de malacates, cables, y ganchos montados sobre una pluma capaz de moverse sobre un plano horizontal y desplazarse sobre los sitios de perforación, las perforadoras utilizadas son rotatorias para trabajar de acuerdo con la mecánica de suelo. Para los trabajos de construcción de pilas de 120 cm., y de 150 cm., de diámetro emplearon 2 dragas con pluma suficiente para excavar hasta la profundidad y brocas para trabajar y excavar, así como el suministro de un ademe metálico para estabilizar la perforación realizada.

La colocación de acero en pila se efectuó mediante las dragas al terminar los emboquillados de las perforaciones con brocales precolados, garantizando que no existieran daños. Al terminar los trabajos de colocación de acero de refuerzo de la pila, y una vez que tuvo recibido y autorizado el acero de refuerzo se procedió a la colocación del gusano del acero de refuerzo dentro de la perforación realizada y posterior a ello se inició el colado de concreto premezclado con la ayuda de un tubo tremi y una bomba para concreto, donde descargaron las ollas del premezclado, -el procedimiento de colado con tubo tremi consiste en colocar el concreto inicialmente en el fondo de la excavación bombeando el concreto en el cono de recibimiento en la parte superior del tubo donde previamente se coloca una membrana en la salida hacia el tubo que consiste, por lo general en una pelota de hule del diámetro del tubo (de 8" a 10") de acero, la pelota baja por gravedad y al recibir el peso del concreto evita que este se acelere y disgregue al llegar el fondo de la excavación, por lo que el concreto en el cono permanece estable.

El izaje del tubo se efectuó con una grúa con pluma mayor a 20 mts, el tubo tremi fue armado por secciones de tubo, armado por abrazaderas de cierre de clip (metálicos) el largo del tubo bajo del cono mantuvo una longitud de 25 mts., considerando una longitud bajo del nivel superior del firme, los concretos contaminados se arrojan por la parte superior de la cimbra metálica falsa, en la parte superior, a una canaleta que los lleva a un tanque superficial provisional, donde se encuentra en una bomba que los arroja al interior de un camión volquete, sellado en la tapa para volcar en el tiradero autorizado para ello.

Una vez colados y descabezados los pilotes se procedió a la construcción de las zapatas mediante el armado de parrillas de acero de acuerdo con los diámetros y separaciones correspondientes que se amarran al acero de los pilotes, y también se amarrara el acero de las columnas con lo cual éstas quedan completamente ancladas, posteriormente se procedió a cimbrar las fronteras para iniciar el vaciado del concreto cuidando el vibrado del concreto. El acabado es común para toda la cimentación

Posteriormente se llevó a cabo la fabricación de las traveses preesforzadas, mediante el método de preesfuerzo por medio del cual se somete un elemento estructural a un esfuerzo previo a su sollicitación, llevando a cabo un procedimiento de pretensado que es el relativo a tensar los cables de preesfuerzo (torones) antes de colar el elemento a preesforzar, y transmitir dichos esfuerzos a este, una vez que el concreto tiene la resistencia necesaria. Los torones se integraron mediante cable de acero al alto carbón fabricado específicamente para preesfuerzo, conformado a base de 7 hilos trenzados entre sí, con un límite elástico de 19,000.00 kg/cm².

Se procedió al tensado de cables con la utilización de gatos hasta obtener la presión necesaria para el alargado progresivo y paulatino de los cables, hasta alcanzar su alargamiento total. Posteriormente se procedió al cimbrado y colado de las traveses, una vez terminado el colado se efectuó el curado de las mismas.

La fabricación de traveses metálicas mediante el proceso de oxicorte que consiste en colocar sobre la mesa de corte una plancha de acero A709 Grado 50, y en coordinación con el Operador de oxicorte y el Ayudante de oxicorte, hacer coincidir un borde lateral en los extremos anterior y posterior de la plancha con la boquilla de uno de los sopletes, para destacar divergencia en el corte. El Ayudante de oxicorte, elimina con herramienta manual y/o aire comprimido. Concluido el corte se procede a la eliminación de rebaba y al pulido, así como a limpieza de las piezas con granalla. A continuación se trabaja la soldadura de arco sumergido previa revisión de las piezas que conformarán los perfiles y chequeo de las dimensiones (ancho, largo y espesor).

Las pilas se construyeron una vez que las zapatas fueron concluidas y sólo se efectuó el cimbrado y el vaciado del concreto ya que en la elaboración de las zapatas quedó el acero anclado, por lo que solamente se requirió plomear perfectamente la cimbra metálica para posteriormente colar con bomba, cuidando el vibrado para el acomodo del concreto.

Una vez concluidas las pilas se procedió a iniciar la obra falsa soportada con andamios para los cabezales, cuidando especialmente en cuanto a dimensiones y materiales, el trazo y distribución de estos elementos, ya que cualquier falla o pequeña imprecisión darían lugar a que la trabe no asentara como debe, de igual modo el vibrado es muy importante, cabe mencionar que por la altura que presentaban estos elementos fue necesario la colocación de andamios, malacates y arnés, así como el colado con bomba.

Los trabajos de terracerías se iniciaron con la limpieza, así como la construcción del cuerpo de terraplén, la capa de transición y la capa subrasante. Se procedió a la realización de los cortes y a la construcción de los terraplenes, previa compactación de la superficie del desplante al 90% de su PVSM. Posterior a esto se formó y compactó la capa de transición o subyacente al 95% de su PVSM proctor AASHTO Estándar, en el espesor indicado en el proyecto.

En todos los casos el cuerpo de terraplén, se compactó al 90% de su PVSM o en su caso fue bandeado; las capas de transición y subrasante se compactaron al 95% y 100% de su PVSM respectivamente.

Para la construcción del Muro Mecánicamente Estabilizado se procedió previamente al trazado de los muros usando puentes colocados fuera del área de trabajo. La dala de cimentación de concreto simple tuvo las siguientes especificaciones: ancho 25 cms., altura 20cms., concreto $f^{Nc}=200$ Kgs/cm², revenimiento 12. Esta dala no llevó acero de refuerzo. La forma superior se le dio con una moldura especial con objeto de que la dala quedara perfectamente alineada y nivelada. Resultó especialmente importante cuidar este último detalle ya que de ello dependió la estructuración correcta del muro. Una vez terminada la dala, se procedió a limpiarla perfectamente bien antes de colocar losas para evitar que hubiera piedras o tierra sobre la canal, pues esto podría ocasionar que las losas no sentaran correctamente.

Posteriormente, se procedió a colocar la primera hilada de losas de concreto, una entera y una media (Para crear un ensamble cruciforme), ensamblándolas perfectamente y siguiendo su diseño de unión hembra-macho. En esta primera hilada de losas se dejó una separación horizontal entre losas de 1cm., esto para que las losas que se colocaron posteriormente sobre esta primer hilada pudieran ensamblar con facilidad. Estas losas fueron apuntaladas desde el exterior en ciertos casos que así fue necesario y quedaron desplomadas un 1% hacia el interior del macizo.

Se procedió a rellenar con capas compactadas al 95% Proctor hasta la altura de los primeros soportes omegas (Salientes de la cara interior de la losa). El siguiente paso fue tender los ganchos tensores y los elementos de anclaje de las características señaladas en los planos, asegurando primeramente los ganchos tensores a las losas por medio del soporte omega y colocándoles el anillo de seguridad. Posteriormente la solera unión se deslizó por su parte recta entre la primera línea de cuadros del elemento de anclaje dejando así preparado este para enseguida trabar el extremo en forma de gancho del tensor a la solera unión, permitiendo con ello el ensamble del conjunto que actúa como armado del suelo.

Acto seguido, se colocó la segunda hilada de losas (sólo enteras) mismas que quedaron sobre una media losa de la primera hilada. Este hecho sólo se presentó en la segunda hilada, pues las subsiguientes hiladas quedaron sobre losas enteras de la hilada anterior, pero siempre en forma alternada en virtud del arreglo cruciforme de las losas, hasta llegar a la altura de proyecto haciendo los ajustes necesarios con medias losas o piezas especiales coladas con divisiones de molde. Luego se procedió a colar la dala de remate.

Concluidas las terracerías se procedió a efectuar la pavimentación mediante la construcción de la sub-base hidráulica y base hidráulica compactada al 100% de su PVSM de la prueba AASHTO, finalmente se impregnó la base hidráulica hasta alcanzar el espesor indicado en proyecto, previamente barrida con emulsión asfáltica de rompimiento medio. Después de haber concluido con la base se procedió a construir la carpeta de concreto asfáltico. El

equipo utilizado fueron motoconformadoras, vibrocompactadores, pipas de agua, petrolizadora, barredora mecánica, compactador neumático, vibro compactador doble rodillo y terminadora de asfalto, así como una planta de asfalto con un cargador frontal y un camión para la alimentación de la planta y el almacenamiento del material.

Se procedió a realizar las actividades correspondientes al transporte y montaje de las trabes prensadas y metálicas. Ya que se montaron las trabes y se colaron los diafragmas se dejaron los ductos de PVC de 1" de diámetro que permitieron que el concreto alcanzara la resistencia del 80% para proceder a meter la barras de acero con rosca en los extremos con sus respectiva tuercas y lograr el preesfuerzo transversal correspondiente. De inmediato se procedió al armado de las panillas de acuerdo al proyecto con los diámetros y separaciones indicadas, para posteriormente hacer el cimbrado de fronteras y a su vez hacer el colado con bomba, dando el acabado rayado requerido por el proyecto y se procedió a hacer los cortes para las juntas de dilatación y para que, previa la limpieza necesaria y el sopleteo de los cortes, fueran selladas las juntas con los materiales indicados en el proyecto.

Las guarniciones se prepararon con posterioridad al colado de las losas ya que fueron colocadas encima de estas, dejando las preparaciones para la instalación de las placas del parapeto. Esta actividad se realizó con posterioridad al colado de la guarnición dejando ahogadas placas de las dimensiones especificadas en el proyecto dentro de la guarnición con sus respectivos pernos de amarre, para posteriormente habilitar los tubos de acero con las pilastras y proceder al soldado de los elementos y a la colocación de la tuercas de los pernos en cada una de las pilastras de acero galvanizado por inmersión en caliente.

Por último, la limpieza de la obra se efectuó previa la entrega de la obra y consistió en la limpieza de la obra general y a detalle, desde el retiro del equipo pesado e instalaciones de trabajo, hasta el barrido de la obra. La obra quedó plenamente terminada y se verificó la entrega de la misma.

LA CONSTRUCCIÓN DE DOS VÍAS ELÁSTICAS SE LLEVÓ A CABO EN LOS SIGUIENTES TÉRMINOS:

Desde un principio se identificaron dos zonas de trabajo, la Zona I al interior dentro de la APIVER, y la Zona II a un costado del Boulevard de la API. Los trabajos para la construcción de las terracerías iniciaron con las actividades de desmonte para retirar la vegetación que interfería con la construcción de las vías, así como con el despalme correspondiente.

Inicialmente para la realización de estos trabajos y con la instalación de referencias topográficas para su control, se procedió a generar los cortes superficiales con mayor prioridad con el material a tiro, conforme se fue avanzando en la profundidad de corte se pudo aprovechar el volumen de este último de una manera racional, generando a su vez un dren natural evitando en la medida de lo posible inundaciones, sobre todo en la época de precipitaciones o nortes.

La formación de terraplenes se desarrolló principalmente en la Zona II (antes descrita), a la cual se dio inicio una vez empezados también los trabajos de obras de drenaje. Dicha formación de terraplenes se llevó a cabo conforme a especificaciones y normatividades de SCT. El arroje de taludes consistió en cubrir los taludes de los terraplenes formados con antelación, para lo cual se contó con el material acamellonado producto del despalme. A continuación se procedió a la formación de la capa de sub-balasto bajo las especificaciones establecidas y normatividades de SCT; esta es una de las actividades que marcó la conclusión de los trabajos de terracerías.

Las obras de drenaje se efectuaron mediante la instalación de una tubería de concreto de forma simultánea al inicio de la formación de terraplenes. Asimismo, la construcción de bordillos, lavaderos y cunetas se construyeron simultáneamente a la formación de las últimas capas del cuerpo de terracerías.

La construcción de losa durmiente para vía y juegos de cambio se ubicó en la Zona I, misma que se distribuye en el interior de las instalaciones de la API, ubicada principalmente en la zona de cruces con vialidad, por lo que para esta actividad se llevó a cabo la instalación de un sistema señalizado para el desvío y/o protección al tránsito de vehículos. El desarrollo para la construcción de la misma básicamente consistió en delimitar la franja de instalación de la losa; demoler y retirar el pavimento y guarniciones; retirar la malla ciclónica existente, excavar a la profundidad establecida, sanear el fondo de la excavación, extender y compactar una capa de material inerte (baso), habilitado y armado de acero de refuerzo, colocar las grapas tipo "U" con la distribución especificada, así como colocar y nivelar el riel a fijar (maniobra de escantilloneado). Esta actividad aseguró la seguridad de la posición del riel conforme a proyecto.

Para la construcción de la vía elástica, se efectuó el acopio de los materiales de vía, tales como durmiente de concreto, riel 115 lb/yd, fijación RN, soldaduras aluminotérmicas, juegos de herrajes y accesorios. Previo al inicio de maniobras de armado de vía se realizó el trazo del eje de las vías. Para la formación de la vía inicialmente se distribuyeron los durmientes de ambas vías, espaciándolos y alineándolos preliminarmente conforme lo estableció el proyecto, una vez distribuidos los durmientes al equivalente de 300 m de vía, se inició con la distribución de riel colocándolo sobre los hombros del durmiente; simultáneamente se clasificó y se prearmó la fijación tipo RN.

Posteriormente se procedió a trazar sobre el riel el espaciamiento definitivo, colocando la fijación en las chimeneas del durmiente, centrando el riel (correa) sobre las chimeneas del durmiente, para su posterior fijación con el apoyo del equipo de apriete preliminar (tirafondeadora). Cabe mencionar que dicho armado fue regido por el trazo del eje de la vía previamente establecido, posterior al armado de vía se procedió a aplicar la soldadura aluminotérmica uniendo los tramos de riel hasta lograr la liberación de esfuerzos, una vez obtenida la elongación del riel conforme a norma aplicable se procedió al apriete final de la fijación con el riel.

La distribución de balasto y calzado, así como el alineamiento y nivelación de vía, se desarrollaron con equipo especializado, tanto para la distribución y perfilado de balasto, como para la alineación y nivelación de la vía. La distribución de balasto se realizó con el apoyo de góndolas balasteras, así como el apoyo de un lote de durmientes de madera creosotado para su distribución uniforme, dichas góndolas fueron arrastradas con una locomotora (trackmobile) cuidando de no saturar la vía en sus diversos puntos.

Una vez distribuida cada una de las partes de la cuantía de volumen se aplicó la reguladora de balastos perfilado y arrojando dicho material al lecho de la vía.

Simultáneamente al armado de la vía, se llevó a cabo la plantación de árboles y especies vegetales. Una vez terminada la obra, se realizó la limpieza y la preparación necesaria para su entrega y puesta en funcionamiento. La obra quedó plenamente terminada y se verificó la entrega de la misma.

CONSTRUCCIÓN DE VÍA DOBLE DE LA ZONA DE ACTIVIDADES LOGÍSTICAS DE APIVER A RÍO MEDIO, DEL KILÓMETRO 0+000 AL 3+600

Para la ejecución de la obra se identificó el área de trabajo donde quedaría alojado el proyecto. Los trabajos para la construcción de las terracerías iniciaron con las actividades de desmonte, desenraizado y limpieza general del área, para retirar la vegetación que interfería con la construcción de las vías, así como con el despalme correspondiente. Al efecto, se tuvo especial cuidado de almacenar el producto del despalme para su posterior aplicación para arropar los taludes de los terraplenes.

De manera simultánea se procedió a realizar la excavación del material debajo de la subrasante verificando que la calidad de los materiales cumpliera con lo indicado por las normas y especificaciones de la APIVER y SCT. Estos trabajos se iniciaron con la construcción de las instalaciones pluviales, mismas que fueron adecuadamente protegidas para evitar cualquier daño estructural durante la construcción de las terracerías en el ancho y longitud previstas en el proyecto. Así mismo se continuó con el despalme de todo el terreno natural en el espesor necesario para el desarrollo de la obra, en toda el área de construcción, colocando el material fuera de los cerros, tal como se indicó desde el proyecto ejecutivo y, se procedió a formar la del cuerpo del terraplén en capas uniformes, con material producto de la excavación. el material de desperdicio fue enviado al banco de desperdicio.

Los terraplenes desplantados en terrenos con pendiente natural igual ó mayor al 25%, a partir de los cerros de construcción que formaron las capas de transición subyacente y subrasante se compactaron al 95% y 100% de su PVSM respectivamente de conformidad con los grados de compactación con respecto a la prueba Proctor AASHTO, para posteriormente formar y compactar la capa de sub-balasto al 100% de su PVSM Proctor AASHTO estándar,

hasta alcanzar el espesor y nivel proyectados, cuidando que el tamaño máximo de las partículas para esta capa no sobrepasara los 3/4".

Cabe señalar que en la formación del cuerpo de terraplén y capa de transición, se construyó una capa de transición que se procedió a compactar al 95% de su PVSM, en una profundidad mínima y se proyectó la capa subrasante compactándola al 100% con material procedente del banco más cercano, para posteriormente proceder a compactar la capa de sub-balasto compactada al 100% de su PVSM Proctor AASHTO estándar, en el espesor y niveles proyectados, igualmente con material producto de banco, cuidando que el tamaño máximo de las partículas para esta capa no sobrepasara los (3/4"), bandeando cuando resultó necesario. Asimismo, cabe destacar que todos estos trabajos se realizaron con sus respectivos acarreo, tanto para terracerías y sub-balasto contando con el personal y maquinaria necesarios.

Igualmente, se realizaron las obras complementarias como son guarniciones, bordillos, lavaderos y cunetas con la finalidad de proteger y mantener las terracerías de las vías.

El riel utilizado fue de calibre 115 y de 136 lbs/yd, sección RE, de 40 ft de longitud, nuevo, dureza intermedia, de origen norteamericano, tal y como se demuestra con el correspondiente certificado de origen y de control de calidad, estos elementos fueron trasladados en tracto camiones tipo "full" a la zona de almacenamiento de rieles, para mantener los materiales protegidos y resguardados, la descarga de los mismos se llevó a cabo con apoyo de una unidad tipo grúa Hiab montada sobre camión Ford f-450 con capacidad de 3.5 toneladas nominales, y cuadrilla de apoyo equipada con equipo de protección personal requerido de acuerdo a las normas de seguridad aplicables.

En el lugar de la obra se suministraron los durmientes monolíticos de concreto precolados, postenzados o pretensados, nuevos, para fijación RN en sus partes tangentes para riel de 115 y de 136 lbs/yd, estos elementos llegaron en tracto camiones tipo "full" a la zona de almacenamiento de durmientes asignada. Su descarga se verificó con apoyo de grúa Hiab montada sobre camión Ford f-450 con capacidad de 3.5 toneladas nominales, y cuadrilla de apoyo equipada con equipo de protección personal requerido de acuerdo a las normas de seguridad correspondientes, en este mismo camión se transportaron y se distribuyeron los elementos en el lugar de su instalación, con el apoyo de cadenas de anclaje que tienen en sus extremos pernos soldados para sujetar el durmiente mientras se realiza su izaje y almacenamiento.

Igualmente, se suministraron en el lugar de la obra los juegos de 58 piezas de durmientes monolíticos de concreto con diferentes medidas, precolados, postenzados o pretensados, nuevos, para cambios con Sapo no. 10 para riel de 115 y de 136 lbs/yd, incluyendo sus respectivas placas de asiento y sistema de fijación. estos elementos fueron transportados en tracto camiones tipo "full" a la zona de almacenamiento de durmientes. su descarga se verificó con apoyo de grúa Hiab montada sobre camión Ford f-450 con capacidad de 3.5 toneladas nominales, y cuadrilla de apoyo equipada con equipo de protección personal

requerido de acuerdo a las normas de seguridad correspondientes; en este mismo camión se transportaron y se distribuyeron los elementos en el lugar de su instalación, con el apoyo de cadenas de anclaje que tienen en sus extremos pernos soldados para sujetar el durmiente mientras se realiza su izaje y almacenamiento.

Para los elementos de fijación RN en sus partes tangentes y Pandrol en sus partes curvas, para riel de 115 y de 136 lbs/yd) se utilizaron 4 pernos de anclaje "si" con tuerca y roldana, 4 grapas j-2 con sus placas de refuerzo y 2 placas de hule tipo chevron 12-c, los cuales llegaron al lugar en unidades tipo tracto camión. Siempre, en todos los casos, se tuvo especial cuidado que tanto en la descarga como en el almacenamiento de los accesorios de fijación y apoyo de la vía, las operaciones se realizaran de manera ordenada con operarios de vía, se tuvo el apoyo del camión Ford f-450 con grúa Hiab.

Es conveniente precisar que la fijación Pandrol está constituida por un elemento de anclaje al durmiente y un clip elástico que trabaja a flexión y torsión combinadas, siendo este el elemento fundamental de la sujeción, el cual se fabricó a partir de una barra de acero de sección circular de alto límite elástico. El clip elástico fue aplicado paralelamente al riel y su colocación y desmontaje se realizó con martillo manual o perico.

Los rieles de 115 y de 136 lbs/yd, se colocaron con las marcas de alto relieve por el lado exterior, sobre la placa aisladora o placa tipo chevron 12-c, perfectamente colocada debajo del patín del riel, colocando a continuación los pernos "si", realizando la sujeción correspondiente, para posteriormente colocar cojinetes semicilíndricos y grapas elásticas con sus refuerzos, fijando el conjunto del riel al durmiente con roldana y tuerca. De igual forma se procedió para el lado opuesto del durmiente, verificando tanto la colocación de cada uno de los elementos de la fijación, como la medida del escantillón antes de realizar el apriete. El apriete de la fijación se realizó con elementos mecánicos (unidad de gasolina de la marca racine) y con llaves de vía. en todo caso se dejaban libres de atornillamiento de tres a seis durmientes a cada lado de la junta a soldar, para facilitar el alineamiento de los rieles.

La alineación del riel en forma definitiva se llevó a cabo teniendo cuidado de revisar y verificar el escantillón de la vía a 56 %' (1.435 mts.) durante el proceso de armado de la vía, considerando que el riel utilizado en el armado de la vía es nuevo. Una vez que se pudo verificar que la vía se encontraba en condiciones apropiadas y previa aprobación del representante de APIVER, se procedió a la distribución de balasto en cantidad suficiente para dar el levante de la vía de acuerdo a lo indicado en el proyecto. En consecuencia, la vía quedó calzada, nivelada y alineada de acuerdo a los propios datos indicados en el proyecto ejecutivo, mediante la utilización de equipo mecanizado. Para dar el nivel, alineamiento y calzado de la vía se utilizó una multicalzadora de la marca Fairmont Tamper Mark III, que ejecutó las acciones de levante y calzado hasta que la vía quedó plenamente en respuesta asertiva dentro de los parámetros indicados en el proyecto ejecutivo.

Para regular el balasto a todo lo largo de la vía se contó con el apoyo de una maquina reguladora de balasto Kershaw, con lo cual se evitaron defectos en la geometría y daños a la

propia vía. Se debe mencionar que en aquellos casos en que llegó a detectar falta de balasto que pudiera ocasionar la existencia de desniveles al paso de trenes, se realizó un nuevo riego de balasto y otra pasada de la multicalzadora; y que esta circunstancia deberá tenerse presente para verificar los trabajos de mantenimiento que se lleven a cabo con posterioridad.

Es de señalarse que independientemente del uso de la maquinaria para el regulado del balasto, se utilizó el procedimiento de confiabilidad consistente en perfilar y afinar a mano las superficies que se consideró necesario, y siempre se procedió a limpiar la parte superior del durmiente, el patín del riel y la fijación para que estas partes de los elementos quedaran libres de balasto. Al finalizar estos trabajos, se verificó la calidad de los mismos mediante trazo y nivelación topográfica. La recepción física y formal de los trabajos se llevó a cabo una vez determinada la conclusión de los mismos, y desde luego previamente a la puesta en operación, cuidando que las tolerancias de los parámetros geométricos no excedieran en más de un 20% a las señaladas al efecto.

El tendido de la vía elástica, previo el trazo de la misma y marcación del ancho respectivo, se verificó con el correspondiente habilitado y armado del acero requerido para la estructura de la losa. Verificados los resultados de control de compactación y aprobados por el supervisor de APIVER se dio inicio con las actividades de colocación de membrana para frontera entre terracería, cimbra y todo lo necesario para el vaciado del concreto, así como también del acero, cuidando que las separaciones para el recubrimiento fueran correctas. Haciendo uso de equipo topográfico se verificaron las líneas y niveles de cimbra.

Para el vaciado del concreto, antes de iniciar la colada se procedió a certificar la resistencia del mismo. Con posterioridad al vaciado, en términos del proyecto ejecutivo, se procedió al curado para lo cual se cubrió la superficie con plástico transparente, después de llevar a cabo el riego del producto especial para curado de superficies, autorizado por supervisión de la APIVER quien tuvo a bien definir los acabados requeridos por el proyecto ejecutivo.

Al término de las actividades de colado de concreto para losa durmiente se verificaron los niveles de la losa, para posteriormente colocar sobre la losa las placas de acero de 0.3 cm x 0.15 cm de espesor, las cuales se nivelaron y, posteriormente les fue colocada la capa de espesor de 1cm de Grout no metálico debajo de la placa, hasta un espesor no mayor de 2.5 cm, los rieles se fijaron utilizando el perno tipo Hilti de 3/4" x 7" galvanizado y un clip de fijación. Para recibir el perno de anclaje se procedió a ejecutar un barrenado sobre la losa de 5" de profundidad, y una vez realizados los barrenos se procedió a colocar el tornillo Hilti que fue apretado debidamente utilizando torquímetro a un par de 130 Nm.

Se procedió al suministro y aplicación de la soldadura aluminotérmica tipo LP. Para el alineamiento vertical previo a soldar se realizaron ajustes de afeamiento con regla metálica de 1.00 metro de longitud, dejando una flecha de 1.3 mm en ambos extremos de la regla para evitar que la soldadura se baje. El alineamiento horizontal fue medido en el lado interior del riel, colocando la regla metálica justo al centro de la junta a soldar. Para la alineación por

torsión se verificaron ambos rieles, colocándose la regla en el patín del riel y en el lado interno del hongo, para comprobar que ambos rieles quedaran nivelados o rectificadas con respecto a la regla y el alma.

El excedente de material de la soldadura sobre el hongo del riel fue retirado utilizando la maquina corta mazarota. A continuación se llevó a cabo el esmerilado de desbaste para darle el acabado final a la soldadura, dejando una contra flecha en la geometría de la soldadura de un máximo de 1 mm.

Posteriormente se procedió al suministro y colocación, sobre durmientes de concreto monolítico, del juego de agujas para cambio de riel nuevo de 115 lbs/yd, sección RE AREMA de 16' 6", con inserto de acero manganeso (izquierda y derecha) con perforaciones para riel de 115 lbs/yd. De igual forma se prosiguió con el suministro y colocación del guarda agujas para riel nuevo de 115 lbs/yd, sección RE dureza intermedia, tipo contrarriel interno, fijando el riel de entrada mediante tres block talón.

Finalmente, se procedió a armar el juego de cambio de vías considerando catorce rieles de 19 pies para su corte y ensamble, y a continuación colocar el árbol de cambio bajo semiautomático Mod. 22 (Heavy duty automatic safety switch stand) ergonómico, para cambio de vía sobre durmientes de concreto monolíticos; así como a la colocación de 4 juegos de herrajes de cambio no. 10 de 115 lbs/yd sección RE AREMA, sobre durmientes de concreto monolíticos, con lo cual quedó concluida la obra.

CONSTRUCCIÓN DE VÍA DOBLE DEL PUENTE RÍO MEDIO A CRUCE DE CARRETERA DEL KM 4+540 AL 9+000

Para la ejecución de la obra se identificó el área de trabajo donde quedaría alojado el proyecto. Los trabajos para la construcción de las terracerías iniciaron con las actividades de desmonte, desenraizado y limpieza general del área, para retirar la vegetación que interfería con la construcción de las vías, así como con el despalme correspondiente.

Estos trabajos se iniciaron con la construcción de las instalaciones pluviales, mismas que fueron adecuadamente protegidas para evitar cualquier daño estructural durante la construcción de las terracerías en el ancho y longitud previstas en el proyecto. Así mismo se continuó con el despalme de todo el terreno natural en el espesor necesario para el desarrollo de la obra, en toda el área de construcción, colocando el material fuera de los cerros, tal como se indicó desde el proyecto ejecutivo. El material resultante fue enviado al banco de tiro o de desperdicio.

El material utilizado para terraplenes, subyacente y subrasante consistió en relleno limpio de banco tipo arena tomado del banco de materiales autorizado por APIVer. Sin embargo, cabe precisar que en determinadas zonas de los taludes se llevó a cabo un recargue de material con la finalidad de evitar la erosión de los mismos, contando con la autorización de la APIVer

para la utilización de material producto de despilme y material extraído del banco de materiales.

El trazo y nivelación del eje de vía se llevó a cabo con la utilización de aparatos topográficos, estableciendo los correspondientes ejes de referencia (ceros de construcción -desarrollo de cortes y taludes), y los terraplenes desplantados y afinados fueron reforzados con geomallas con resistencia bidireccional, revestidas con polímero y poliéster. Se ejecutaron cortes adicionales abajo de la subrasante y excavaciones para la formación de bermas.

La compactación de los terrenos, a partir de los ceros de construcción que formaron las capas de transición subyacente y subrasante se verificó al 95% y 100% de su PVSM, respectivamente de conformidad con los grados de compactación con respecto a la prueba Proctor AASHTO. Asimismo, se ejecutó la formación de los pedraplenes en relleno de cajas.

Se formó la capa de sub-balasto compactada al 100% de su PVSM Proctor AASHTO estándar, hasta alcanzar el espesor y nivel proyectados, cuidando que el tamaño máximo de las partículas para esta capa no sobrepasara los 3/4", bandeando cuando resultó necesario. Asimismo, cabe destacar que todos estos trabajos se realizaron con sus respectivos acarrees, para terracerías y sub-balasto contando con el personal y maquinaria necesarios.

Igualmente, se realizaron las obras complementarias como son guarniciones, bordillos, lavaderos y cunetas con la finalidad de proteger y mantener las terracerías de las vías.

La obra se encuentra actualmente en proceso y se tiene previsto concluirla en el segundo semestre del año 2013.