



TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

**“CONSTRUCCIÓN DEL PASO SUPERIOR
VEHICULAR EN EL CRUCE CON LA VÍA
FÉRREA EN EL KM 30+250, CAMINO A SAN
PABLO DE LAS SALINAS, EN EL MUNICIPIO
DE TULTITLAN, ESTADO DE MÉXICO, PARA
LA AMPLIACIÓN DE LA LÍNEA 1 DEL TREN
SUBURBANO DE LECHERÍA – AIFA”**

**INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIAS
PROFESIONALES**

**PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERÍA CIVIL**

SUSTENTANTE:

BRYAN ALDAIR PARADA ZUÑIGA

PRESIDENTE:

GRETEL PATRICIA FLORES STREICHER

COACALCO DE BERRIOZÁBAL, MÉX. JULIO, 2024

Preliminares

Agradecimientos

Mis agradecimientos para este proyecto son para mi familia y para mi novia que me han apoyado desde el inicio de mis residencias; dándome ánimos, consejos y motivación, también mis agradecimientos son para mi maestra Gretel por haberme aceptado para poder realizarlas y al mismo tiempo fue mi asesora de la institución, y por parte de ESMA instalaciones S.A. de C.V. a los Ing. Rafael Almanza, Ing. Rafael Rendon, Candido Manzano, Ing. Ezequiel, Arq. Candelas, Ing. Luis, Ing. Perla Reséndiz, Ing. Karen, que compartí el día a día escuchando sus consejos, a todos ellos y a cada uno de los trabajadores, ya que siempre que tenía alguna duda o no sabía de algo, siempre me apoyaron, me tendieron la mano y en cualquier momento de tensión en obra, estuvo siempre alguien a mi lado para solventar la situación.

Resumen

En este documento a continuación se explicará el proceso constructivo de un Paso Superior Vehicular (PSV), de una manera que cualquier persona allegada o no al tema constructivo sea capaz de comprender y entender lo realizado, se mostrara el desarrollo como los resultados obtenidos conforme a cada etapa de la construcción, esto con el fin de dar apoyo vial al municipio de Tultitlan y sus alrededores, ya que se veían afectados gracias a la construcción del nuevo tren suburbano Lechería – AIFA.

Índice

Preliminares	2
Agradecimientos	2
Resumen	3
Generalidades del Proyecto	10
Introducción	10
Descripción de la empresa u organización del puesto o área del trabajo del estudiante	11
Problemas a resolver:	12
Objetivos.....	12
Objetivo general	13
Objetivo específico	13
Justificación	13
Marco Teórico	14
Normas	14
Concreto.....	14
Acero.....	15
Cimbra	17
Pedraplén.....	18
Terraplén.....	19
Compactación	19
Izaje	20

Cimentación.....	20
Pilas de cimentación	20
Zapata de Cimentación	23
Subestructura	25
Columnas.....	25
Cabezal, muros, bancos y topes sísmicos.....	26
Superestructura	27
Trabes Nebraska 240.....	27
Montaje de Trabes Nebraska 240	28
Losas y Diafragmas.....	28
Tierra Armada y Accesos.....	29
Servicios afectados.....	31
Obras de reubicación de las líneas de CFE.....	31
Obras de reubicación de instalaciones de agua potable.....	32
Desarrollo.....	33
Cimentación.....	33
Pilas de cimentación	33
Zapata de Cimentación	34
Subestructura	35
Columnas.....	35
Cabezal, muros, bancos y topes sísmicos.....	36
Superestructura	37

Trabes Nebraska 240.....	37
Montaje de Trabes Nebraska 240	39
Losas y Diafragmas.....	40
Tierra armada y Accesos	42
Escamas	42
Muro de tierra armada y terraplén	43
Servicios Afectados	44
Obras de reubicación de líneas de CFE	44
Obras de reubicación de instalaciones de agua potable.....	45
Resultados	46
Cimentación.....	46
Pilas de cimentación	46
Zapata de cimentación	46
Subestructura	47
Columnas.....	47
Cabezal, muros, bancos y topes sísmicos.....	48
Superestructura	48
Trabes Nebraska 240.....	48
Montaje de Trabes Nebraska 240	49
Losas y Diafragmas.....	49
Tierra armada y Accesos	50
Escamas	50

Muro de tierra armada y terraplén	50
Control de Calidad	51
Compactación de Suelo (Terraplén)	51
Compactación de Aproche (Zapatas)	52
Prueba de Revenimiento y Ensaye de Muestras (Cilindros)	53
Cronograma de Obra.....	54
Conclusiones.....	55
Competencias desarrolladas	56
Abastecimiento de agua.....	56
Anexos	59
Planos.....	59
Anexos de control de calidad (laboratorio).....	60
Bibliografía	60

Índice de Tablas

Tabla 1. Valor nominal y tolerancias para el revenimiento.	14
Tabla 2. Frecuencia del Muestreo por camión revolvedor.....	15
Tabla 3. Requisitos de Corrugación de varillas de Acero.....	16
Tabla 4. Número de designación, masa y dimensiones nominales de las varillas	16
Tabla 5. Resistencia a la tensión de las varillas de acero	16
Tabla 6. Requisito de Doblado	17
Tabla 7. Alargamiento de las varillas	17
Tabla 8. Frecuencia de pruebas de la calidad de materiales para pedraplén.....	18

Tabla 9. Requisitos macro granulométricos del material para pedraplenes, donde "D" es el tamaño máximo nominal del material	18
---	----

Tabla 10. Requisitos de calidad de materiales para Terraplén.	19
--	----

Índice de Fotografías

Fotografía 1. Cruce a Camino a Tultepec, antes de los preliminares al PSV	12
Fotografía 2. Colado de Pila de Cimentación.....	33
Fotografía 3. Descabezado de Pilas para preparativos, de pruebas PIT	34
Fotografía 4. Armado de Zapata.....	35
Fotografía 5. Colado de 2da. sección de columna, apoyo 2, mediante bomba de concreto.....	36
Fotografía 6. Armado de Cabezales.	37
Fotografía 7. Introducción de los torones en el ducto para su posterior tensado.	38
Fotografía 8. Armado de Trabe Nebraska 240, anclaje vivo y anclaje muerto, para tensado.....	39
Fotografía 9. Transporte de Trabe Nebraska 240	39
Fotografía 10. Izaje y Montaje de Trabe Nebraska 240.	40
Fotografía 11. Colado de Diafragmas por medio de Bomba de Concreto.	40
Fotografía 12. Colado de Losa de Rodamiento.	41
Fotografía 13. Colado de Escamas, para el Muro Mecánicamente Estabilizado..	42
Fotografía 14. Inicio de MME, desplantado en una dala de desplante de 15x20 cm.	43
Fotografía 15. Tendido de Material de Tezontle 70/30, con uso de la Motoconformadora.....	43
Fotografía 16. Proceso de Bando, para sujeción de escamas con la Tierra Armada.	44

Fotografía 17. Instalación de Cableado Subterráneo en registros anteriormente colocados por parte de CFE para su bajada de luz.....	44
Fotografía 18. Instalación de la Tubería de 10" de la línea principal de agua potable.	45
Fotografía 19. Descabezado de Pilas para pruebas PIT.....	46
Fotografía 20. Termino de colado de Pilas de Cimentación.....	46
Fotografía 21. Zapata de Cimentación.....	46
Fotografía 22. Termino de Colado de Zapata de Cimentación.....	46
Fotografía 23. Comienzo de cimbrado de Cabezal, concluida ya las 2 columnas de Apoyo 1	47
Fotografía 24. Columna Apoyo 2	47
Fotografía 25. Descimbrado de Cabezal	48
Fotografía 26. Tensado de Trabes, por medio de un Gato Hidráulico.....	48
Fotografía 27. Armado y Cimbrado de Trabes Nebraska 240.	48
Fotografía 28. Termino de Izaje de Trabes, Claro 1-2.	49
Fotografía 29. Izaje de Trabes Nebraska 240.....	49
Fotografía 30. Termino de Colado de Losa de Rodadura Claro 3-4.....	49
Fotografía 31. Colado de Diafragmas por medio de una Bomba de Concreto.	49
Fotografía 32. Avance del MME y laterales	50
Fotografía 33. Proceso de Tensado de bandas, en proceso de Construcción del Muro Mecánicamente Estabilizado.	50

Generalidades del Proyecto

Introducción

Se realizó un proyecto donde mi función fue como auxiliar de residente de obra para la empresa ESMA Instalaciones S.A. de C.V. en la construcción de un PSV, apoyando a la supervisión de diversas actividades, valorar diversos problemas, los cuales se llevaron a la solución de cada uno de ellos, conociendo diversos objetivos a cumplir con esta obra de infraestructura. Este documento se redacta con un punto de vista dentro de una construcción, viendo desde inicio hasta el fin de muchas de las actividades realizadas.

Por otro lado, se dará a conocer el proceso constructivo que se llevó a cabo de las diversas actividades realizadas, desde una cimentación hasta una superestructura siendo explicadas lo más sencillo posible para el entendimiento del público en general, así como se explican los resultados obtenidos de dichos procesos.

Este proyecto es importante para tener conexiones viales de varias zonas de Tultitlan como Tultepec, siendo un paso a futuro importante, ya que a pocos metros se encontrará una de las nuevas estaciones del Suburbano Lechería – AIFA

Descripción de la empresa u organización del puesto o área del trabajo del estudiante

ESMA INSTALACIONES S.A. DE C.V.

Empresa que cuenta con los proyectos de infraestructura más ambiciosos e importantes de México, brindando nuestros servicios de manera oportuna, confiable y transparente, siendo una de las empresas constructoras más reconocidas y respetables a nivel Nacional.



Auxiliar de residente:

Dentro de la obra se necesita dar apoyo al residente de obra en tanto a planes de ejecución de la obra, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas, supervisar las cuadrillas de trabajo, supervisar con el cumplimiento de las actividades que sean asignadas, así como controlar, coordinar y planificar todo lo relacionado a los insumos necesarios dentro de la obra.

Problemas a resolver:

Con la llegada del suburbano Lechería - AIFA no solo trae beneficios, sino también uno que otro problema, ya que el suburbano estará delimitado y cortara varias zonas las cuales ya no tendrán comunicación vial, no solo para los vehículos sino también para las personas que residan en los alrededores. De igual forma se tendrá afectaciones en obras inducidas de CFE y de agua potable.



Fotografía 1. Cruce a Camino a Tultepec, antes de los preliminares al PSV

Objetivo general

Supervisar la ejecución de la obra, conforme a los planos y especificaciones técnicas establecidas en el proyecto de obra

Objetivo específico

- Revisar la ejecución de obra.
- Dar seguimiento del proyecto de acuerdo con las técnicas y procedimientos constructivos del plan estratégico, control de calidad y control de tiempo.
- Aplicar las especificaciones y normas correspondientes.

Justificación

La empresa ESMA Instalaciones S.A. de C.V. requiere un auxiliar de residente, para la construcción del Paso Superior Vehicular, que apoye con diversos trabajos en campo, como lo serian: el controlar el suministro de concreto, el realizar reportes fotográficos, el redactar la información detallada de las actividades realizadas en campo verificando que los trabajos sean los correctos en tanto a los procesos constructivos, dirigir, organizar y controlar al personal en las diversas actividades.

En este trabajo se llegó hasta la losa de rodamiento del PSV y la conclusión de las rampas en tanto al muro mecánicamente estabilizado.

Marco Teórico

En este trabajo se explicó la obra civil en la construcción del PSV que favorecerá al tránsito tanto vehicular como peatonal del municipio de Tultitlán, esto llevándose a cabo con las siguientes normas mencionadas, que nos servirán de sustento && apoyo para los procesos constructivos, para así, poder llevar una obra con mejor calidad && durabilidad, con los estándares establecidos.

Normas

Concreto

N-CMT-2-02-005/04, Calidad del Concreto Hidráulico

Esta Norma contiene las características de calidad del concreto hidráulico que se utilice en la construcción de estructuras.

Donde indican los componentes a utilizar para que el concreto hidráulico a utilizar sea de buena calidad, tanto el cemento portland, los agregados con sus respectivos tamaños, el agua como los aditivos.

El tema del revenimiento del concreto y sus tolerancias dependiendo de cómo sea requerido en obra.

Revenimiento	Tolerancia	Consistencia
Menor de 5 ^[1]	$\pm 1,5$	Baja
Entre 5 y 10 ^[2]	$\pm 2,5$	Media
Mayor de 10 ^[3]	$\pm 3,5$	Alta

Tabla 1. Valor nominal y tolerancias para el revenimiento.

De la misma manera la temperatura del concreto, la resistencia a la compresión y tensión, la edad del concreto normal que es a 28 días después de haber sido colado.

El cómo debe de ser mezclado correctamente, que es importante ya que, un buen mezclado de los mismos materiales creara una uniformidad que permita llegar a obra con las mejores condiciones posibles. Al igual de las revoluciones que debe de tener la revolvedora cuando va camino a la obra, el tiempo de vida del concreto que viene siendo

de 1.5 hrs. Después de que el agua entra en contacto con los demás materiales para el mezclado del concreto hidráulico.

(N·CMT·2·02·005/04 , 2004)

M·MMP·2·02·055, Muestreo de concreto hidráulico

Este libro cuenta tanto las herramientas a usar para las muestras requeridas del concreto, explicando las especificaciones de cada una de los equipos a utilizar, igual la cantidad requerida por cantidad de revolvedoras en el colado.

Número de entrega	Número de muestras	
	Recomendado	Mínimo obligatorio
1	1	1
2 a 4	2	1
5 a 9	3	2
10 a 25	5	3
26 a 49	7	4
50 en adelante	9	5

Tabla 2. Frecuencia del Muestreo por camión revolvedor

Para este tipo de muestreos se realizan de una manera en específica, dando un resumen, el cilindro como cuando obtenemos el revenimiento, se llena en 3 partes, en cada una se realizarán 25 golpes tratando de cubrir toda la superficie y teniendo en cuenta que la varilla si ya es la 2da. O 3er. Capa penetre la capa anterior con aproximadamente 2 cm.

(M·MMP-2-02-055/04, 2004)

Acero

N·CMT·2·03·001/04. Acero de refuerzo para concreto hidráulico.

Esta Norma contiene los requisitos de calidad del acero de refuerzo proveniente de lingote o palanquilla, que se utilice en estructuras de concreto hidráulico.

Dependiendo de los requisitos necesarios en obra se tendrá que contar con las especificaciones correctas de la varilla, tanto en acabados, dimensiones u corrugaciones, esta norma te cuenta las limitaciones de cada aspecto del acero a requerir.

Número de designación	Masa ^[1] nominal por metro kg/m	Dimensiones nominales ^[2]		
		Diámetro mm	Área de la sección transversal mm ²	Perímetro mm
2,5	0,384	7,9	49	24,8
3	0,556	9,5	71	29,8
4	0,993	12,7	127	39,9
5	1,557	15,9	199	50,0
6	2,223	19,1	287	60,0
7	3,035	22,2	387	69,7
8	3,973	25,4	507	79,8
9	5,037	28,6	642	89,8
10	6,227	31,8	794	99,9
11	7,500	34,9	957	109,6
12	8,938	38,1	1 140	119,7

Tabla 4. Número de designación, masa y dimensiones nominales de las varillas

Número de designación ^[1]	Espaciamiento máximo promedio (e)	Altura mínima promedio (a)	Separación máxima entre extremos de corrugaciones transversales (cuerda) (s)
2,5	5,6	0,3	3,1
3	6,7	0,4	3,7
4	8,9	0,5	5,0
5	11,1	0,7	6,3
6	13,3	1,0	7,5
7	15,5	1,1	8,7
8	17,8	1,3	10,0
9	20,0	1,4	11,2
10	22,3	1,6	12,5
11	24,4	1,7	13,7
12	26,7	1,9	15,0

Tabla 3. Requisitos de Corrugación de varillas de Acero

Por otra parte, muestra la resistencia a la tensión dependiendo el grado, su alargamiento y doblado:

Características	Grado 30	Grado 42	Grado 52	Grado 42 baja aleación
Límite de fluencia mínimo	294 (3 000)	412 (4 200)	510 (5200)	412 (4 200)
Límite de fluencia máximo	---	---	---	540 (5 500)
Resistencia a la tensión, mínima	490 (5 000)	618 (6 300)	706 (7 200)	550 (5 600)

Tabla 5. Resistencia a la tensión de las varillas de acero

Número de designación de las varillas ⁽¹⁾	Alargamiento mínimo en 200 mm, %			
	Grado 30	Grado 42	Grado 52	Grado 42 baja aleación
2,5	-	9	-	-
3	11	9	-	14
4	12	9	-	14
5	12	9	-	14
6	12	9	-	14
7	-	8	-	12
8	-	8	-	12
9	-	7	-	12
10	-	7	-	12
11	-	7	5	12
12	-	7	5	12

Tabla 7. Alargamiento de las varillas

Número de designación de las varillas	A 180 grados		A 90 grados
	Grado 30	Grado 42	Grado 52
2,5	D = 4d	D = 4d	D = 5d
3	D = 4d	D = 4d	D = 5d
4	D = 4d	D = 4d	D = 5d
5	D = 4d	D = 4d	D = 5d
6	D = 5d	D = 5d	D = 6d
7	D = 5d	D = 6d	D = 7d
8	D = 5d	D = 6d	D = 7d
9	D = 5d	D = 8d	D = 8d
10	D = 5d	D = 8d	D = 8d
11	D = 5d	D = 8d	D = 8d
12	D = 5d	D = 8d	D = 8d

Tabla 6. Requisito de Doblado

(N·CMT·2·03·001/04 , 2004)

Cimbra

N-CTR-CAR-1-02-003/04. Concreto Hidráulico.

Esta norma es completamente relacionada al concreto, sin embargo, en el apartado “G.5. Obras falsas, cimbras y moldes”, nos informan las indicaciones de las nombradas anteriormente, en el cual a grandes rasgos comenta que las cimbras debe de ser responsabilidad del contratista de obra, de igual forma del material que sea indicado en el proyecto, tanto los usos que pueda obtener el material, teniendo siempre en cuenta que la

cimbra sea suficiente para evitar deformaciones debidas a la presión del concreto, si es necesario utilizar la misma cimbra para algún otra estructura se tendrá que limpiar, que a la hora de hacer el habilitado de la cimbra que sea de buena manera para que a la hora de ser retirados no dañen el concreto, se deberá de inspeccionar que durante el colado la misma cimbra no sufra pandeos o desajustes, no se utilizaran piezas de madera torcidas, los separadores de madera deberán dejarse ahogados en el concreto, esto siempre y cuando sea aprobado por la Secretaria.

(N-CTR-CAR-1-02-003/04, 2004)

Pedraplén

N·CMT·1·05/23. Materiales para Pedraplén

Esta Norma contiene los requisitos de calidad de los materiales que se utilicen en la construcción de los pedraplenes.

Esta norma explica los requisitos de calidad que serán necesarios para la capa de pedraplén, su macro granulometría.

Tamaño de los fragmentos de roca ^[1]	Porcentaje que pasa
<i>D</i>	90-100
<i>D/2</i>	55-85
<i>D/4</i>	40-65
<i>D/10</i>	0-10

Tabla 9. Requisitos macro granulométricos del material para pedraplenes, donde "D" es el tamaño máximo nominal del material

Prueba	Norma o Manual de prueba	Frecuencia
Métodos de prueba para el análisis granulométrico de materiales de escollera naturales y artificiales	ASTM D5519	- Una (1) vez por jornada.
Resistencia a la degradación del agregado grueso mediante la máquina de Los Ángeles	M-MMP-2-02-032	- Cuando se cambie de banco de materiales. - Por cada mil (1 000) metros cúbicos de material de corte.
Método de prueba para la evaluación de la durabilidad de rocas para el control de la erosión, utilizando sulfato de sodio o sulfato de magnesio	ASTM D5240	- Cuando se cambie de banco de materiales. - Por cada mil (1 000) metros cúbicos de material de corte.

Tabla 8. Frecuencia de pruebas de la calidad de materiales para pedraplén.

(N·CMT·1·05/23, 2023)

Terraplén

N·CMT·1·01/16. Materiales para Terraplén.

Esta norma contiene los requisitos de calidad de los materiales que se utilicen en la construcción de terraplenes.

En esta norma se ven los requisitos de calidad de los materiales que serán utilizados en la formación de los terraplenes, dependiendo de los requisitos de calidad establecidos.

Característica	Valor
Límite líquido; %, máximo	50
Valor Soporte de California (CBR) ^[1] ; %, mínimo	5
Expansión; %, máxima	5
Grado de compactación ^[2] ; %	90 ± 2

Tabla 10. Requisitos de calidad de materiales para Terraplén.

De igual forma habla de la aceptación de los materiales, en este caso como la norma lo indica, el laboratorio contratado para la obra debe elaborar el estudio del banco, quien determinara que el material cumpla con los requisitos de calidad.

Durante el proceso de producción, el contratista debe de controlar la calidad del material que se está suministrando a la obra, por lo que a cada 300 m³ llevados desde el banco, se deben realizar las pruebas necesarias que aseguren que cumple con esta norma, posteriormente por cada 1000 m³ se realiza otra prueba, para asegurarse que el material siga cumpliendo con los valores de esta norma.

(N-CMT-1-01/16, 2016)

Compactación

M·MMP·1·10/19. Grado de Compactación

Este Manual describe el procedimiento de prueba para determinar el grado de compactación de los materiales para terracerías.

(M·MMP·1·10/19 , 2019)

Izaje

NOM-023-STPS-1993. Relativa a los elementos y dispositivos de seguridad de los equipos para izar en los centros de trabajo

Esta norma habla de establecer las medidas y condiciones de seguridad en el centro de trabajo donde se manejen equipos para izar, para proteger a los trabajadores contra riesgos de trabajo.

Desde que los trabajadores estén capacitados para operar las maquinarias a emplear, que se den a conocer a los operadores los manuales de procedimientos de los equipos para el izaje. Así como estar limpia el área de operación del izaje, como las maniobras de ascenso, descenso y transporte de lo que será izado.

Que las maquinas a utilizar tengan un mantenimiento predictivo y preventivo, así como los dispositivos de seguridad en las grúas, debiendo de efectuarse cada 3 meses.

Explica la forma de cómo debe de ser el izaje, que deben de ser maniobrados desde el suelo.

(NOM-023-STPS-1993, 1993)

Cimentación

Pilas de cimentación

Perforación

Pila: es un agujero excavado hasta el fondo de la cimentación de una estructura que luego se rellena de concreto.

Tienen como ventajas:

- Se construyen antes de terminar las operaciones de nivelación.
- No se tiene ruido de martilleo durante la construcción, tal y como pasa con el hincado de pilotes.
- La construcción utiliza un equipo móvil, que, bajo condiciones apropiadas del suelo, resulta más económico.

- Las pilas perforadas tienen alta resistencia a cargas laterales.

(Das, 2001)

Para empezar cualquier tipo de estructura es importante empezar desde su cimentación, en este caso las pilas de cimentación es la base fundamental de este proyecto, una pila de cimentación es un tipo de cimentación profunda, siendo un elemento estructural de concreto armado con grandes longitudes con la finalidad de transmitir las cargas a niveles profundos del terreno, del cual en este proyecto se tendrán 24 pilas de cimentación para los 4 apoyos del PSV (Paso Superior Vehicular) con longitud de 34 m y un diámetro de 1.5 m por cada pila, llevando a cabo su supervisión como residente de obra en cumplir con los requerimientos del proceso constructivo, normas y planos a construir. Para esto se requiere una maquina perforadora de tipo industrial esencial a la hora de realizar aquellas perforaciones requeridas en el proyecto.

El proceso a seguir es que con apoyo de un Topógrafo, de los puntos de trazo donde se hará la perforación de cada una de las pilas, siempre y cuando asegure que la zona a perforar esté libre de cualquier tipo de instalación ya sea eléctrica, de agua potable o cualquier otra, por debajo del terreno, posteriormente ya corroborando que el área a perforar este libre, se procederá a la misma perforación de cada una de las pilas, ya haciendo las respectivas actividades y bien realizadas se da por visto bueno el proseguir con el proceso de perforación hasta llegar a la profundidad requerida

Acero

Acero de refuerzo: son varillas de sección redonda, las cuales tienen corrugaciones cuyo fin es restringir el movimiento longitudinal de las varillas relativo al concreto que las rodea. Generalmente el tipo de acero se caracteriza por el límite o esfuerzo de fluencia, entre estos tipos tenemos los de grado 40, 50 y 60, que corresponden a los límites de fluencia de 2800, 3500 y 4200 kg/cm².

(Morales)

Las varillas de acero para refuerzo de concreto, serán tipo A, B, o C corrugada de grado duro, con $LE \geq 4200 \text{ kg/cm}^2$.

Se tendrá especial cuidado en la limpieza de las varillas, para evitar que tenga óxido suelto antes de depositar el concreto.

En el momento que se realiza la perforación se avanzó en conjunto con el refuerzo de acero que será introducido en cuanto termine la perforación se deberá habilitar y posteriormente armar toda la pila con las características en plano, en una longitud de 34 m con 35 varillas de manera longitudinal y estribada con dos secciones una con 196 estribos a cada 15 cm y la siguiente sección con 56 estribos espaciados a cada 8 cm llegando a una longitud, cumpliendo con las especificaciones en plano, pasando al siguiente paso que es el izaje del mismo, se desplazó con una grúa hiab con ayuda de la retroexcavadora para apoyarla, la introducción del armado se realizó en 3 partes, esto para que la forma de introducir el armado sea de la mejor forma posible, conforme vamos introduciendo cada parte se deja descansando en unas varillas que se le introdujeron de manera transversal, en lo que se comienza a izar una pieza más del armado, posteriormente es traslapada la siguiente parte, y repitiendo este proceso hasta que las 3 secciones quedaran dentro de la perforación ya como una sola pieza. Se realiza este proceso hasta concluir con las 24 pilas de cimentación.

Concreto

El colado se lleva a cabo con características en plano, en este caso se realiza con concreto de resistencia $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ con una cantidad de concreto de 63 m^3 por cada una de las 24 pilas de cimentación, para esto se ocupa la misma perforadora, sujetando el tubo tremie con su respectiva tolva, ya que el concreto por normativa no puede ser vaciado a más de 1.5 m de distancia, esto para asegurar que no se segregue la mezcla de concreto, antes del vaciado se lleva a cabo la prueba de revenimiento asegurando que la mezcla venga en las mejores condiciones requeridas en el proyecto, en este caso con revenimiento

de 18 cm, con un margen de 2.5 cm arriba o abajo del requerido, pasando la prueba pasa al vaciado, mientras el concreto va siendo vaciado es importante que con la misma grúa levante y deje caer el tubo tremie de manera controlada, esto para que todo el aire que quede en la mezcla vaya saliendo y no deje ningún hueco dentro de la pila ya terminada, también sirve para que ayude al concreto a recorrerse de manera uniforme.

Descabezado

Una vez coladas todas las pilas de un apoyo, se hará una excavación con la ayuda de la retroexcavadora que deje a la vista la parte superior de la pila, siguiendo con el descabezado de la parte más alta de la misma, esto para eliminar impurezas y retirar todo el exceso de concreto que exista, esta finalidad es para poder hacer las pruebas de integridad de las pilas mejor conocido como pruebas PIT, para el proceso de descabece se utiliza un martillo neumático, que ayude a el trabajo de demolición, dejando a la vista el armado de refuerzo para darle continuación a la zapata de cimentación.

Terminando la demolición se procede a realizar 5 círculos en la pila con la ayuda de un esmeril, donde se realizarán las pruebas PIT.

Las pruebas PIT es un ensayo de laboratorio, que consiste en unir un acelerómetro a la pila y usar un martillo para darle unos impactos, los cuales serán recogidos en la base de datos del acelerómetro, estos datos determinan el estado de la pila.

Zapata de Cimentación

La zapata de cimentación es un rectángulo de concreto armado que se apoya sobre el terreno, su función será transmitir la carga que esta sobre él, hacia el suelo.

Las zapatas son miembros estructurales que se usan para soportar columnas, muros y transmitir sus cargas al suelo subyacente. El concreto reforzado es un material muy adecuado para las zapatas.

(Jack C. McCormac)

Reacondicionamiento del terreno para preliminares de zapata

Para dar seguimiento con la zapata necesitamos supervisar la compactación del terreno natural, ayudado con la bailarina compactadora, esto para un mejoramiento del terreno, posteriormente se agrega una capa de 20 cm de tepetate, anteriormente humedecido y homogenizado para lograr una mejor compactación antes de verter el concreto pobre para la plantilla donde se sentará todo el armado de la misma zapata.

Concluida la compactación, se necesita una cala al laboratorio, con la finalidad de saber si el tepetate compactado cumple con lo estipulado en el proyecto siendo una compactación al 98%

Una vez confirmando que la compactación fue de 98% o mayor, se procede a verter una capa de concreto de 5 cm de espesor por toda la dimensión de la zapata solicitada en los planos, esta capa es conocida como plantilla, lo que ayuda a que el acero posteriormente a colocar no sufra algún imperfecto, al no tener contacto directo con la naturaleza del terreno, esta capa normalmente se utiliza con un concreto de resistencia $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$.

Acero

Una vez fraguado el concreto se puede ir colocando todo el acero que posteriormente se fue habilitando para la zapata, con ayuda de una grúa hiab, se trasladara el mismo, para poder empezar el armado con las indicaciones en plano, se debe de seguir correctamente cada separación, cada habilitado y el correcto amarre del alambón para asegurar que todo el armado quede en la misma posición. Para esta parte es importante remarcar que antes del colado de la zapata debemos de dejar ahogadas lo que será el comienzo de la o las columnas, ya que deben quedar ahogadas para tener una correcta función que debe de tener cualquier estructura de funcionar en conjunto

Cimbra

Para poder proceder al colado de la zapata, necesitamos encofrar la estructura con el peralte establecido en el proyecto, para no dejar expuesto el acero de refuerzo, debe de estar bien reforzada la cimbra para evitar cualquier fuga de concreto que pueda existir.

Concreto

Para el colado de la zapata se utilizarán canalones de madera para que la caída del mismo concreto no sea superior al 1.5 m de altura establecido por las normas, el concreto a utilizar será de resistencia $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, con un revenimiento de 18 cm, mientras se va vertiendo se utilizaran vibradores para concreto, los cuales se utilizan para lograr que la mezcla de concreto se desplace de la manera más uniforme posible, evitando que queden huecos en la estructura.

Subestructura

Columnas

Las columnas son elementos sometidos a compresión y flexión.

- Por la forma geométrica de su sección pueden ser circulares, cuadradas, rectangulares, octogonales.
- Por la forma del esfuerzo transversal son estribadas y zunchadas.

Estribadas: columnas cuyos aceros longitudinales son amarrados, estribado con soportes unitarios llamados estribos.

(García)

Ya cumpliendo el 80% de la resistencia del concreto vertido en la zapata de cimentación, se puede proceder a lo siguiente que es el armado de las secciones para las columnas, en este caso se tendrán moldes de 1.5 m de diámetro para el apoyo 1 y 4 y de 2 m de diámetro para el apoyo 2 y 3, y de 3 m de alto por cada sección, serán coladas las secciones necesarias para lograr cubrir la altura requerida en los planos, en este caso se seccionara en 3 partes cubriendo las 2 primeras secciones 6 m de altura ya con la última

sección se terminara de colar la longitud deseada, ya teniendo toda la columna estribada, de la siguiente manera, del ras de la zapata hacia arriba serán 30 espacios de 10 cm, 10 espacios de 15 cm y por ultimo 25 espacios de 10 cm, para el encamisado se utiliza la grúa hiab, que levantara cada molde y lo colocara cerca de la estructura, con la ayuda de los carpinteros sellaran el molde para así evitar que se escape el concreto y para lograr tener el colado de esta sección o secciones de columnas, se utilizara una bomba de concreto, vibradores para concreto, la bomba será necesaria para poder verter el concreto, ya que tendrá una altura que con ayuda de la misma bomba resulta más fácil el colado, este proceso se repetirá 2 veces más para poder tener la columna completa.

Cabecal, muros, bancos y topes sísmicos

El cabecal es un componente estructural de concreto armado, de considerable volumen y rigidez que tienen como función de conectar tanto la superestructura como la subestructura.

Topes sísmicos se colocan sobre el cabecal con separación que normalmente oscila entre 0 y 5 cm, con respecto a las trabes de los extremos, los cuales sirven para evitar algún movimiento transversal y longitudinal de dicha estructura.

Los bancos son pequeñas estructuras de concreto armado, las cuales unirán lo que vienen siendo las trabes con los cabecales, siendo apoyados por neoprenos, los cuales apoyaran que las vibraciones no fisuren dichas estructuras.

Como última parte de la subestructura, después de fraguar el concreto de la columna, empieza la cimbra de lo que será el cabecal donde se sentaran las trabes Nebraska 240, tendrá una plataforma de madera que será revisada por el topógrafo, para obtener los niveles y dimensiones correctas, posteriormente entrarían los fierros a proceder con todo el armado de acero, una vez concluida será revisado dicho armado para corroborar que este conforme los planos constructivos, liberando el armado, entran los carpinteros nuevamente para colocar toda la cimbra del cabeza, muro de respaldo, bancos

y topes sísmicos, una vez colocada toda la cimbra y reforzada para evitar fugas, se procede al colado.

En este caso se usará un concreto de resistencia $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ el cual, como toda la estructura anteriormente mencionada, requiere de su prueba de revenimiento de 18 cm, para corroborar que la mezcla venga en las mejores condiciones, después de la muestra, se utilizará una bomba de concreto ya que estamos hablando de alturas de alrededor de 10 m de altura, la mezcla debe ser bombeada hasta poder llegar al mismo cabezal, de igual manera debe de ser vibrado para así evitar vacíos.

Superestructura

Presforzado: consiste en la inducción deliberada de cierta condición de esfuerzo interno, en una estructura, antes de que se someta a las cargas de servicio. Lo que para el concreto significa un nivel elevado de refuerzo de tensión. Por consiguiente, el “pre” o “ante” esfuerzo es, comúnmente, un esfuerzo de compresión o flexionante inverso.

(Parker)

Trabes Nebraska 240

Las trabes Nebraska son estructuras presforzadas, las cuales tienen un patín inferior ancho permitiendo la colocación de un mayor número de torones lo que genera un presfuerzo más alto, esto siendo un elemento ideal para utilizarse en grandes claros.

Las trabes Nebraska 240 son trabes presforzadas, que serán fabricadas en obra, para poder comenzar con todo lo que conlleva este tipo de estructura, se debe de colar una plantilla de resistencia $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, con diferentes longitudes, para las trabes de los claros 1 y 3 será de 34 m y para las trabes del claro central de 45 m, posteriormente se habilitará el acero a utilizar para el armado de las mismas trabes, se utilizarán ductos donde será colocado el torón, que una vez terminada la trabe, será tensada, se rectificaran los anclajes vivos y muertos, y de forma ahogada se colocaran los cables cascabel que cumplirán su función cuando empiece el izaje de las trabes. Las trabes deben de ser

chechadas tantas veces sea necesario, en tanto a dimensiones, armado, porque es de las estructuras más importantes en dicho PSV.

Montaje de Trabes Nebraska 240

Para el montaje es necesario violinar las trabes, con apoyo de torones tensados para asegurar la grúa al doly antes de su movimiento al área de izaje, se empareja el terreno donde se va a desplazar la trabe, ya siendo desplazada y llevada al lugar de izaje, se ocuparán grúas de gran capacidad de carga, que levantarán cada una.

Ya a este punto se debe de colocar los neoprenos en los bancos anteriormente colados en la parte del cabezal de ambos apoyos, que estos cumplirán la función de que no exista fricción de concreto con concreto y evitar fractura en la estructura, en la parte del izaje de la trabe las dos grúas deben ser coordinadas para ir en la misma sintonía, una vez colocadas, se debe asegurar que las trabes queden a la posición indicada en el proyecto.

Este proceso se utilizará hasta que todas las trabes estén colocadas, importante saber que, para el izaje de las trabes centrales o el claro central, es necesario tener ya colados los diafragmas y la losa de los claros 1 y 3, para que funcionen como una estructura a la hora de colocar las trabes del claro 2 que son las que cuentan con mayor dimensión y peso.

Losas y Diafragmas

Posteriormente teniendo las trabes ya colocadas en un claro sea en cualquiera, se debe de habilitar, armar, cimbrar y colar con resistencia de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y revenimiento de 18 cm, los diversos diafragmas de concreto armado, para el colado será necesario una bomba de concreto que agilice el vaciado de concreto, estos cumplirán la función de dar rigidez y estabilidad a toda la estructura, de igual manera el proyecto requiere diafragmas metálicos que de igual manera ayudara a la estructura.

Los Diafragmas son estructuras transversales a los elementos en este caso las trabes Nebraska, están hechos de concreto reforzado, ubicados en extremos del puente y en diversos puntos intermedios.

Los diafragmas no solo serán de concreto armado, sino igual se necesitarán diafragmas metálicos con tubos de 4" de diámetro, que serán soldados y empalmados, es necesario que las personas estén capacitadas, para dicho proceso donde será utilizada la soldadura.

La losa será posterior al colado de los diafragmas, será cimbrada, en su totalidad, se armará con el acero requerido y posteriormente se colará con un concreto de resistencia de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ con un revenimiento de 18 cm, se colará toda la losa con un espesor de 20 cm de igual forma que los diafragmas estos serán colados con ayuda de una bomba de concreto.

Tierra Armada y Accesos

Escamas

Dado el proyecto es requerido un muro mecánicamente estabilizado, el cual es llevado a cabo por piezas, estas piezas se conocen como escamas, las cuales deben de ser coladas en moldes fabricados específicamente para dar una forma requerida en proyecto, teniendo diversos tipos, pueden ser colados sin armado o con armado de acero, dependiendo la zona a colocar y el esfuerzo que soportarán, estas escamas serán coladas con concreto de resistencia $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con un revenimiento de 14 cm, para las escamas que requieren el refuerzo de acero se debe de habilitar y armar, para que a la hora de colocar los moldes estos sean asegurados, en el colado se requerirá vibrado para no dejar zonas libres o huecos. Una vez colados y fraguados, deben de ser retirados del molde, marcados y estibados para su futura colocación en el mismo muro mecánicamente estabilizado.

Muro de Tierra Armada y Terraplén

La tierra armada son estructuras diseñadas que se basan en la combinación de elementos: material de relleno, piezas de concreto armado, bandas de sujeción.

Terraplén es una estructura construida a partir de materiales sueltos que son sometidos a un proceso de tendido y compactación del material, teniendo como resultado un elemento resistente y difícil de deformar.

Para comenzar esta etapa se requiere la ayuda del topógrafo para colocar niveles que serán posteriormente excavados para el mejoramiento del tramo a utilizar para el terraplén, con ayuda de una maquinaria Caterpillar 320 se facilitó la excavación de todo el tramo, apoyándose de varios camiones de volteo para ir retirando el material.

Una vez que la zona quede completamente despejada, se utilizara una capa de tezontle en greña que será la capa donde todo empezara a ir comenzando, posteriormente se colocaran capas de 25 cm de tezontle al 70% de material fino y 30% de material con agregado, se ocuparan camiones de volteo para que vayan dejando unas pequeñas montañas de tezontle que posteriormente serán extendidas con una Motoconformadora, ya extendido el material entrara un Vibrocompactador, que compactara el material hasta lograr comprimir el material de 25 cm a 20 cm, es importante remarcar que el material debe de estar homogenizado con agua, para que a la hora de la compactación se produzca de la mejor manera, una vez que ya quedo la capa es necesario hacer una cala con apoyo del laboratorio para corroborar que la compactación sea o pase lo que el proyecto requiere que es un 95% de compactación, una vez liberada la capa, el topógrafo entra una vez más a marcar la zona donde se hará el colado de las dalas de desplante para el inicio del muro mecánicamente estabilizado, ya con los puntos se hace una pequeña zanja donde se ira el colado de la misma dala de desplante con una resistencia de concreto de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$.

Una vez fraguado el concreto comenzaremos con la colocación de las piezas para el muro, debe de estar plomeado para que este lo más recto posible, ya colocando todas

las piezas se comienza una nueva capa de tezontle, se repetirá el proceso que conlleva el uso de la Motoconformadora, el Vibrocompactador y una pipa de agua, que su función es mantener húmeda la capa para una mejor compactación, ya terminada la capa, que el laboratorio saque las calas correspondientes, se procede a colocar una capa más de tezontle y seguir con el mismo procedimiento, hasta llegar a un punto donde se colocaran las bandas que sujetara el mismo muro de escamas, las bandas están hechas para soportar grandes cantidades de empuje, estas bandas se tensaran de forma manual, una vez colocada toda la banda que cubra todo el tramo, se cubrirá con otra capa de tezontle teniendo cuidado con no pisar la banda con la maquinaria, ya que puede romperla, siguiendo el mismo proceso de cada capa se llegara a un punto donde se requiere colocar más escamas e ir levantando el mismo muro, para esto se utiliza la grúa hiab para posicionar cada escama en el lugar deseado. Este proceso se repetirá tantas veces sea necesario hasta completar todo el muro.

No se debe de olvidar que en las juntas de las escamas se debe de colocar el geotextil, esto para evitar que se vayan los finos y pierda compactación todo el terraplén, de igual manera se debe de ir plomeando todo el muro por si existe algún problema tener tiempo de solucionarlo.

Servicios afectados

Obras de reubicación de las líneas de CFE

Se trabajará retirando la conexión de luz de CFE para ubicarla a nivel de suelo, para este caso se tendrán que excavar pequeñas zanjas donde pasará todo el ducto que tendrá adentro los cables de la luz, se colocarán diversos registros en diferentes zonas para hacer el respectivo cableado y empalmes, esto con la finalidad de cuando ya esté listo lo anterior mencionado, poder retirar los postes de luz que están ubicados dentro del proyecto del PSV y que toda la luz se quede por debajo.

Obras de reubicación de instalaciones de agua potable

Para este punto se vio a la necesidad de reubicar las líneas de agua potable, ya que afectaban a excavaciones que se realizaran posteriormente para el seguimiento del PSV, con ayuda del topógrafo se identificó la antigua red de agua y se propuso una nueva zona donde no afectaba al avance, una vez decidido el lugar, se comienza a excavar, al mismo tiempo se requiere de una persona especializada para hacer el empalme de los tubos, ya listo ambos, con ayuda de una grúa se comienza a colocar el mismo tubo dentro de la zanja abierta, ya todo el tubo adentro se realizan los empalmes finales, antes de volver a cerrar la tapa se requiere abrir la válvula de agua para ver que no exista ninguna fuga, una vez corroborado, se procede a cubrir toda la zanja con una capa de tepetate hasta no dejar el tubo a la vista, ya en esta parte se termina de rellenar con el material que al principio se retiró.

Desarrollo

Cimentación

Pilas de cimentación

Se apoyo en la revisión para el proceso de la elaboración de las pilas dados los siguientes puntos:

- Se revisó la perforación realizada que finalice con un diámetro de 1.5 m, como de una profundidad de 34 m, para las 24 pilas de los 4 apoyos realizados.
- Se revisó el armado de pila que este correcto basado con el proyecto en tanto a dimensiones, separaciones de estribos, que la varilla este en las mejores condiciones, se requirió varillas del número 5 (5/8") para los estribos circulares a cada 8 o 15 cm dependiendo del proyecto y para el armado longitudinal, se utilizó varilla del número 5 (5/8"), se tuvo en cuenta que el diámetro de los estribos sea de 1.3 m para poder darle un espesor de 10 cm al concreto posterior a vaciar.



Fotografía
Colado de Pila
Cimentación 2.
de

- Se revisó el colado, de resistencia $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, con un revenimiento de 18 cm, el vaciado se realizó con el tubo tremie para apoyar al concreto llegue

en las mejores condiciones hasta la profundidad deseada sin que se segregue el material.

- Se revisó que las pilas ya fraguadas, sean descabezadas hasta llegar a los niveles requeridos en proyecto, niveles puestos en campo por el topógrafo para futuros trabajos, esto con la finalidad de que se puedan realizar las



Fotografía 3. Descabezado de Pilas para preparativos, de pruebas PIT

Pruebas de Integridad para las mismas pilas de cimentación.

Zapata de Cimentación

Se apoyo en la revisión para el proceso de la elaboración de las zapatas dados los siguientes puntos:

- Se revisó que se nivele y se compacte el terreno natural, para después aplicar una capa de 25 cm de tepetate bien homogenizado requiriendo una compactación del 98%.
- Se revisó que encima de la capa de tepetate anteriormente compactada, se vacié una mezcla de concreto pobre de resistencia $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, con revenimiento de 18 cm, lanzada a tiro libre no superando los 1.5 m de altura.
- Se revisó el armado de zapata con las características dadas en el proyecto, se utilizará varilla del número 8 (1"), del número 6 (3/4") y del número 5 (5/8"), con las respectivas separaciones y longitudes, recordando que se tiene que dejar ahogadas las varillas que posteriormente serán parte de las columnas

para su posterior estructuración siendo del número 5 (5/8") y del número 10



Fotografía 4. Armado de Zapata

(1 1/4") con separación por todo el diámetro del estribo de 9.8 cm por paquetes de 2 varillas.

➤ Se revisó la cimbra hecha con triplay de 16 mm y polines de diámetro 4-5" x 2,4 m, que estén correctamente sujetos al armado de la zapata con alambIÓN, para así evitar

cualquier fuga de concreto a la hora del colado.

- Se revisó el colado que sea de resistencia de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, con revenimiento de 18 cm, colado a tiro libre, con ayuda de canalones para alcanzar la mayor longitud posible de toda el área de la zapata, de igual manera cuidando que el vaciado no supere los 1.5 m de caída, utilizando vibrador de concreto, para esparcir el concreto de una mejor manera.

Subestructura

Columnas

Se reviso que después del fraguado de la zapata, se armara la columna de acero reforzado con las siguientes características:

- Se revisó el empalme de las varillas anteriormente ahogadas con las varillas nuevas para hacer continuación con toda la columna hasta la altura de 8.1 m de longitud por 1.3 m de ancho para los estribos circulares para el apoyo 1, con 6.96 m por 1.8 m de ancho el apoyo 2, con 7.44 m por 1.8 m de ancho el apoyo 3 y con 8.69 m por 1.3 m de ancho del apoyo 4 con separaciones de estribos circulares basadas en el proyecto, se utilizarán varillas del

número 5 (5/8"). Teniendo en cuenta que a la hora del colado debe de tener un espesor de 10 cm para el mismo concreto.

- Se revisó la cimbra, en este caso una cimbra metálica de dimensiones de 1.5 m para los apoyos 1 y 4 y de 2 m para los apoyos 2 y 3, esta cimbra o camisa ya puesta se revisó a plomo que este centrado y derecho, para posterior su apuntalamiento y atornillado para evitar que el peso del concreto bote la misma cimbra, ya que serán colocadas en diferentes secciones, esto cada sección a la hora de ser levantada la cimbra tendremos que realizar el mismo proceso.



Fotografía 5. Colado de 2da. sección de columna, apoyo 2, mediante bomba de concreto.

- Se revisó el colado que sea con concreto de resistencia de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ bombeable, con revenimiento de 18 cm, se utiliza bomba de concreto con una extensión de hasta 36 m de altura, de igual manera vibradores de concreto para esparcir el concreto con mayor facilidad y con un martillo de goma dar golpes al molde para así sacar todo el aire dentro del concreto y no queden huecos.

Cabecal, muros, bancos y topes sísmicos

Se reviso que la estructura se realice con los siguientes puntos

- Se revisó que se coloque una cimbra encima de un par de vigas con hojas de triplay, en toda la base donde será sentada la base del cabecal, posteriormente el topógrafo checara niveles para saber que todo anda

conforme al plano, de igual manera le brindará puntos para que los fierreros comiencen a lo que sería el armado de acero.



Fotografía 6. Armado de Cabezales.

- Se revisó que el armado cumpla con todas las características indicadas en el proyecto, se utilizaron varillas del número 6 (3/4"), 8 (1") y 10 (1"1/4") para el cabezal, varillas del número 4 (1/2") y 5 (5/8") para los topes sísmicos, varillas del 4 (1/2") para los bancos. Los empalmes se realizarán por traslape, sin exceder el 33% del acero principal de la sección.
- Se revisó que la cimbra de concreto quede con un espesor de 10 cm, de igual forma se utilizó hojas de triplay y polines, utilizando amarres con alambIÓN.
- Se revisó que el colado sea con un concreto de resistencia $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ bombeable, con revenimiento de 18 cm, se utilizó una bomba de concreto, se usó vibradores de concreto para esparcir mejor el mismo.

Superestructura

Trabes Nebraska 240

Para las trabes Nebraska se revisaron los siguientes puntos:

- Se revisó la colocación de una plantilla de concreto de resistencia $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, con revenimiento de 18 cm, fuese vertido dentro de una cimbra de

dimensiones 35 m por 1.25 m para las trabes de los claros 1 y 3, y una plantilla de 46 m por 1.25 m para las trabes del claro central.

- Se revisó el posterior armado de la misma trabe, con una gran cantidad de habilitados de acero necesarios para la construcción de las trabes, de igual manera se revisó que el anclaje muerto y vivo queden con las características en plano, para su correcto tensado a futuro, se contó con torones de $\frac{1}{2}$ ", anclajes móviles de 15 T de 1.27 de diámetro, anclajes fijos tipo mecánico de 15 T de 1.27 de diámetro, torones de 1.27 de diámetro L.R. – 19000 kg/cm² para las trabes

de los claros 1 y 2, y anclajes móviles de 15 T de 0.6" de diámetro, anclajes fijos tipo mecánico de 15 T de 0.6" de diámetro, torones de 0.6" de



Fotografía 7. Introducción de los torones en el ducto para su posterior tensado.

diámetro L.R. – 19000 kg/cm² para las trabes del claro central.

- Se revisó que la cimbra metálica, quedé apuntalado con puntales de metal, para su correcta fijación, para el colado dentro de la misma cimbra se colocaron líneas de vida.
- Se revisó que el colado tenga una resistencia de concreto de $f'c = 450$ kg/cm² y un revenimiento de 24 cm, esto con la intención de que el concreto no le cueste trabajo llegar a las zonas donde exista poca separación de los estribos colocados dentro del armado de acero, se utilizaron vibradores de concreto, una bomba de concreto con capacidad de 36 m de largo, de igual

manera se utilizaron martillos de goma para dar pequeños golpes encima de la cimbra para ayudar a que salga el aire contenido en dicho concreto.

- Se revisó que cumpliendo el 80% de resistencia del concreto en la trabe, se realice el tensado de los torones.
- Se revisó que una vez tensadas, se aseguran con un violinado, con torones tensados.



Fotografía 8. Armado de Trabe Nebraska 240, anclaje vivo y anclaje muerto, para tensado.

Montaje de Trabes Nebraska 240

Para el montaje se revisaron los diferentes puntos:

- Se revisó que antes del movimiento de las trabes, se coloquen correctamente los neoprenos donde descansaran cada una de las trabes.



Fotografía 9. Transporte de Trabe Nebraska 240

- Se revisó que para el montaje estén listos y posicionadas 2 grúas con capacidad de carga de hasta 300 T, un camión con una plana y un doly para el transporte de la trabe del lugar donde fue realizada hasta el lugar del izaje, para esto utilizaremos un marco metálico con ayuda de dos prensas hidráulicas,

colocada en los extremos de la trabe, ayude a levantar simultáneamente la misma trabe, para después ser apoyada en la plana y el doly, una vez colocada y asegurada, será transportada al lugar donde se colocaron las 2 grúas para comenzar el izaje.

- Se revisó que, ya estando posicionada para el izaje, se retire el violinado anteriormente colocado, a este punto se comenzara a asegurar el gancho de las grúas con los cascabeles ahogados para el izaje.



Fotografía 10. Izaje y Montaje de Trabe Nebraska 240.

- Se revisó que el izaje fuera monitoreado, simultaneo y con un orden para lograr la colocación con la menor complicación posible.

Losas y Diafragmas

Ya para las últimas etapas del concreto se revisó lo siguiente:

- Se revisó que para el acero de refuerzo de los diafragmas se ocuparan varillas del número 4 (1/2") y del número 6 (3/4"), conforme al proyecto lo indicara con sus respectivas separaciones.



Fotografía 11. Colado de Diafragmas por medio de Bomba de Concreto.

- Se revisó que la cimbra quede bien sellada por todos los lados, con polines y hoja de triplay necesarias.
- Se revisó que para el colado de los diafragmas se utilice concreto de resistencia $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, bombeable, con revenimiento de 18 cm, para el colado se utilizó una bomba de concreto de hasta 36 m de longitud de la pluma, fue vibrado durante el vaciado para evitar huecos dentro de la estructura.

- Se revisó para la losa, que este cimbrada la parte inferior, tanto ancho como largo a cubrir, utilizando polines, hojas de triplay y varillas para reforzar la cimbra.



Fotografía 12. Colado de Losa de Rodamiento.

- Se revisó que el acero de refuerzo sea con varillas del número 5 (5/8"), espaciado basado en el proyecto, cuidando la limpieza de las varillas, evitando que tengan oxido suelto antes de verter el concreto.
- Se revisó que el colado se realice con concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, cuya compacidad no será menor de 0.80, bombeable, con revenimiento de 18 cm y agregado grueso con tamaño máximo de 2.5 cm, siendo vibrado al colocarlo, y vaciado con una bomba de concreto de 36 m de largo de la pluma.

Tierra armada y Accesos

Escamas

Para la realización de las escamas se revisaron los siguientes puntos:

- Se revisó que el molde este limpio, completo con todas las partes, que se aplique desmoldante que ayude a la hora de retirar las piezas coladas sea de una manera más sencilla.



Fotografía 13. Colado de Escamas, para el Muro Mecánicamente Estabilizado.

- Se revisó que el armado se realice con las medidas necesarias, dependiendo la escama a usar, si queda reforzada o no, esto será revisado en el proyecto dado. Una vez obtenido el armado, se colocará en el molde y se asegurará que todo este de forma correcta para evitar problemas a la hora de desmoldar.
- El colado se realizará con concreto de resistencia $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, con revenimiento de 14 cm, siendo vibrado a la hora del vaciado.

Muro de tierra armada y terraplén

Para la revisión se siguieron los puntos a continuación:

- Se revisó la colocación de 2 capas de 40 cm de tezontle llamado greña para la base, después se colocó una capa de tezontle con 70/30, con 70 % de fino y 30 % de agregado grueso, la capa



Fotografía 14. Inicio de MME, desplantado en una dala de desplante de 15x20 cm.

3 servirá para poder colar la dala de desplante donde comenzará todo el muro mecánicamente estabilizado.



Fotografía 15. Tendido de Material de Tezontle 70/30, con uso de la Motoconformadora.

- Se revisó que el concreto sea de resistencia de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, de revenimiento de 18 cm, colado en una base de 20 cm de ancho por 15 cm de alto.
- Se revisó que se colocaran las escamas requeridas en proyecto, siendo sujetados con sargentos y polines para evitar que caigan.
- Se revisó que se vaciará una capa de tezontle 70/30, con camiones de volteo, haciendo uso de una Motoconformadora que desplazará el material dejando una capa de 25 cm, que será compactada por un Vibrocompactador, dejando la capa a 20 cm.
- Se revisó que el personal de laboratorio realice la prueba correspondiente para revisión de la compactación necesaria de un 95%.

- Se revisó que se coloque la banda de diferentes resistencias sean colocadas en cada uno de los orificios en las escamas para tensar de forma manual y asegurarlas con



Fotografía 16. Proceso de Bando, para sujeción de escamas con la Tierra Armada.

varillas en la parte de la capa a diversas distancias dependiendo de la zona.

Habiendo terminado de colocar toda la banda, como el proyecto lo indica se cubrirá con una capa más de tezontle, con el proceso anteriormente usado.

- Se revisó que cada una de las capas tenga el mismo proceso hasta llegar al nivel deseado en proyecto.

Servicios Afectados

Obras de reubicación de líneas de CFE

Se revisaron los siguientes puntos:



Fotografía 17. Instalación de Cableado Subterráneo en registros anteriormente colocados por parte de CFE para su bajada de luz.

- Se revisó la excavación de zanjas donde serán colocados los tubos donde llevarán dentro los cables.
- Se revisó la colocación de los diversos registros, donde realizaran las diversas colocaciones, para apoyar a bajar la línea de luz, a nivel del suelo.

Obras de reubicación de instalaciones de agua potable

Para la reubicación se revisaron los siguientes puntos:

- Se revisó con ayuda del topógrafo, la ubicación de las instalaciones de agua potable, para su respectiva excavación y movimiento de las líneas.
- Se revisó y se propuso una nueva línea a utilizar, se pidió tubería de diferentes diámetros, que serán usados para sustituir la instalación a cambiar
- Se revisó la nueva excavación de reubicación de las instalaciones, se colocaron las nuevas tuberías, y se revisaron que no existieran fugas antes de tapar nuevamente la zanja abierta con capas de tepetate.



Fotografía 18. Instalación de la Tubería de 10" de la línea principal de agua potable.

Resultados

Cimentación

Pilas de cimentación

Se realizaron 24 pilas para 4 apoyos, cada apoyo cuenta con un total de 6 pilas.



Fotografía 20. Termino de colado de Pilas de Cimentación.



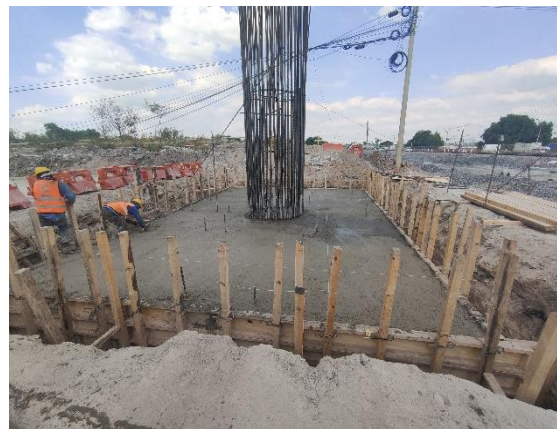
Fotografía 19. Descabezado de Pilas para pruebas PIT.

Zapata de cimentación

Se realizo 1 zapata para cada uno de los 4 apoyos.



Fotografía 22. Termino de Colado de Zapata de Cimentación



Fotografía 21. Zapata de Cimentación

Subestructura

Columnas

Se realizaron para los apoyos 1 y 4, 2 columnas por cada apoyo de 1.5 m de diámetro.



Fotografía 23. Comienzo de cimbrado de Cabezal, concluida ya las 2 columnas de Apoyo 1

Para los apoyos 2 y 3, se realizó una columna por cada apoyo, de 2 m de diámetro



Fotografía 24. Columna Apoyo 2

Cabezal, muros, bancos y topes sísmicos

Se realizó la estructura por cada uno de los 4 apoyos del PSV con sus respectivas características.



Fotografía 25. Descimbrado de Cabezal

Superestructura

Trabes Nebraska 240

Se realizaron 15 trabes en total, 10 trabes de dimensiones de 34.34 m de longitud para las trabes de los claros 1 y 3, y 5 trabes de dimensiones de 45.87 m para el claro central o claro 2



Fotografía 27. Armado y Cimbrado de Trabes Nebraska 240.



Fotografía 26. Tensado de Trabes, por medio de un Gato Hidráulico

Montaje de Trabes Nebraska 240

Se montaron correctamente las 15 trabes



Fotografía 29. Izaje de Trabes Nebraska 240.



Fotografía 28. Termino de Izaje de Trabes, Claro 1-2.

Losas y Diafragmas

Para los claros 1 y 3, se realizaron 24 diafragmas de concreto armado, 8 diafragmas metálicos y 2 losas

Para el claro central, se realizaron 12 diafragmas de concreto armado, 4 diafragmas metálicos y 1 losa



Fotografía 31. Colado de Diafragmas por medio de una Bomba de Concreto.



Fotografía 30. Termino de Colado de Losa de Rodadura Claro 3-4

Tierra armada y Accesos

Escamas

Se realizaron 1575 escamas para la colocación de los 2 muros de tierra armada

Muro de tierra armada y terraplén

Se realizaron 2 rampas con el proceso de muro mecánicamente estabilizado



Fotografía 33. Proceso de Tensado de bandas, en proceso de Construcción del Muro Mecánicamente Estabilizado.



Fotografía 32. Avance del MME y laterales

Control de Calidad

Se muestran algunos resultados del control de calidad, en los anexos de laboratorio se encuentran más informes.

Compactación de Suelo (Terraplén)



RADIOGRAFIA Y SISTEMAS DE CALIDAD S.A. DE C.V.

SABINO N° 251, COL. STA. MA. LA RIBERA, MEXICO 06400, D.F. NEXTEL 44-20 81 61, OF 55415778-6727916
e-mail: radiografia_sistemas@hotmail.com Pagina Web: www.radiografiaysistemas.com.mx

INFORME DE COMPACTACION

CLIENTE:	ESMA INSTALACIONES, S.A. DE C.V.		
OBRA:	"CONSTRUCCION DEL PASO SUPERIOR VEHICULAR EN EL CRUCE CON LA VIA FERREA EN EL KM: 30+250" CAMINO A SAN PABLO DE LAS SALINAS EN EL MUNICIPIO DE TULTITLAN, EDO. DE MEXICO PARA LA AMPLIACION DE LA LINEA 1 DEL TREN SUBURBANO DE LECHERIA-AIFA		
UBICACIÓN:	TUTITLAN ESTADO DE MEXICO		
ELEMENTO:	TERRAPLEN		
FECHA DE RECEPCION:	24-ene-24	FECHA DE INFORME:	25-ene-24
GRADO DE COMPACTACION MINIMO ESPECIFICADO:	95% MIN	ENSAYE No.	109 A 111

ENSAYE	LOCALIZACION			PROF. DE SONDEO (cm)	MASA ESPECIFICA SECA		HUMEDAD		% DE COMPACTACION
	UBICACIÓN	ESTACION	CAPA		DEL LUGAR	MAXIMA	DEL LUGAR	OPTIMA	
24a. CAPA DE TERRAPLEN DE SUELO REFORZADO KM: 0+150 A 0+220									
109	KM: 0+173	CTO	24a	20.0	1588	1647	10.9	12.0	96.4
110	KM: 0+190	DER	24a	20.0	1576	1647	11.4	12.0	95.7
111	KM: 0+208	IZQ	24a	20.0	1581	1647	11.5	12.0	96.0

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
LOS VALORES OBTENIDOS CUMPLEN CON EL % MINIMO ESPECIFICADO

NORMAS DE REFERENCIA	MMP-1-10; GRADO DE COMPACTACION	M-1-09/06; COMPACTACION AASHTO
----------------------	---------------------------------	--------------------------------

ELABORO	REVISO
TEC. AGUSTIN MARTINEZ VARILLAS	ING. ENRIQUE FLORES FLORES

NOTA: ESTE INFORME AMPARA A LAS MUESTRAS QUE ARRIBA SE INDICAN
ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE LABORATORIO.

SAHINO N° 251, COL. STA. MA. LA RIBERA, MEXICO 06400, D.F., NEXTEL: 46 20 81 61, OF: +54 15778 67237916
e-mail: radiografia_sistemas@hotmail.com Pagina Web: www.radiografiaysistemas.com.mx

Prueba de Revenimiento y Ensayo de Muestras (Cilindros)



RADIOGRAFIA Y SISTEMAS DE CALIDAD S.A. DE C.V.

SABINO N° 251, COL. STA. MA. LA RIBERA, MEXICO 06490, D.F. NEXTEL: 46 20 81 61, C.F. 5541578-67237916
e-mail: rpfis@radiografia-sistemas.com.mx Pagina Web: www.radiografiaysistemas.com.mx

INFORME DE RESISTENCIA DEL CONCRETO

OBRA: "CONSTRUCCION DEL PASO SUPERIOR VEHICULAR EN EL CRUCE CON LA VIA FERREA EN EL KM: 30+250" CAMINO A SAN PABLO DE LAS SALINAS EN EL MUNICIPIO DE TULTITLAN, EDO. DE MEXICO PARA LA AMPLIACION DE LA LINEA 1 DEL TREN SUBURBANO DE LECHERIA-AIFA	REPORTE N° 140	HOJA: 01 DE 01
UBICACIÓN: TULTITLAN ESTADO DE MEXICO		
FECHA DE MUESTREO: 22 DE DICIEMBRE DE 2023		
CLIENTE: ESMA INSTALACIONES S.A. DE C.V.		
REFERENCIAS: NMX-C-83-ONNCCE-2014, NMX-C-109-ONNCCE-2013, NMX-C-156-ONNCCE-2010, NMX-C-159-ONNCCE-2016 y NMX-C-161-ONCCE-2013.		
EQUIPO EMPLEADO: MAQUINA DE COMPRESIÓN AUTOMÁTICA Y DIGITAL	MARCA: CONTROLS	MODELO: C4144
NO. DE SERIE: 11010140		

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

DATOS DE PROYECTO RESISTENCIA				REVENIMIENTO (cm)	T.M.A. (mm)	CLASE O TIPO	OTRAS
Kg/cm ² 250	NORMAL	☐	RAPIDA ☒	18.0	20.0	-	--

RESULTADOS DE LABORATORIO

No. REMISION	DATOS DE MUESTREO			RESISTENCIA PROMEDIO MPa/(kg/cm ²)/ PORCENTAJE SOBRE DATO DE PROYECTO (%)			IDENTIFICACION DEL ELEMENTO	CADENAMIENTO O EJES (LOCALIZACION)
	CLAVE MUESTRA	REVENIMIENTO (cm)	VOLUMEN (m ³)	3 DIAS	- DIAS	7 DIAS		
10097864	CN-193	17.0	6.0	23.7/241.5/96.6	-	29.0/296.0/118.4	COLUMNA	APOYO 5 - 1
-	-	-	-	-	-	-	-	2ª SECCION
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

DATOS DEL CILINDRO ENSAYADO

CLAVE MUESTRA	EDAD DE ENSAYE (DIAS)	DIAMETRO (cm,mm)	ALTURA (cm, mm)	MASA (kg)	CARGA (N,kg)	AREA TRANSVERSAL (cm ²)	RESISTENCIA EN MPa/kg/cm ²
CN-193	3	10.0/100	20.0/200	3.490	187374.7/19107	78.5	23.9/243.4
CN-193	3	10.0/100	20.0/200	3.530	184520.9/18816	78.5	23.5/239.7
CN-193	7	10.0/100	20.0/200	3.450	229543.1/23407	78.5	29.2/298.2
CN-193	7	10.0/100	19.9/199	3.470	226267.7/23073	78.5	28.8/293.9
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-

Notas: A) El presente informe únicamente ampara las muestras ensayadas
B) Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

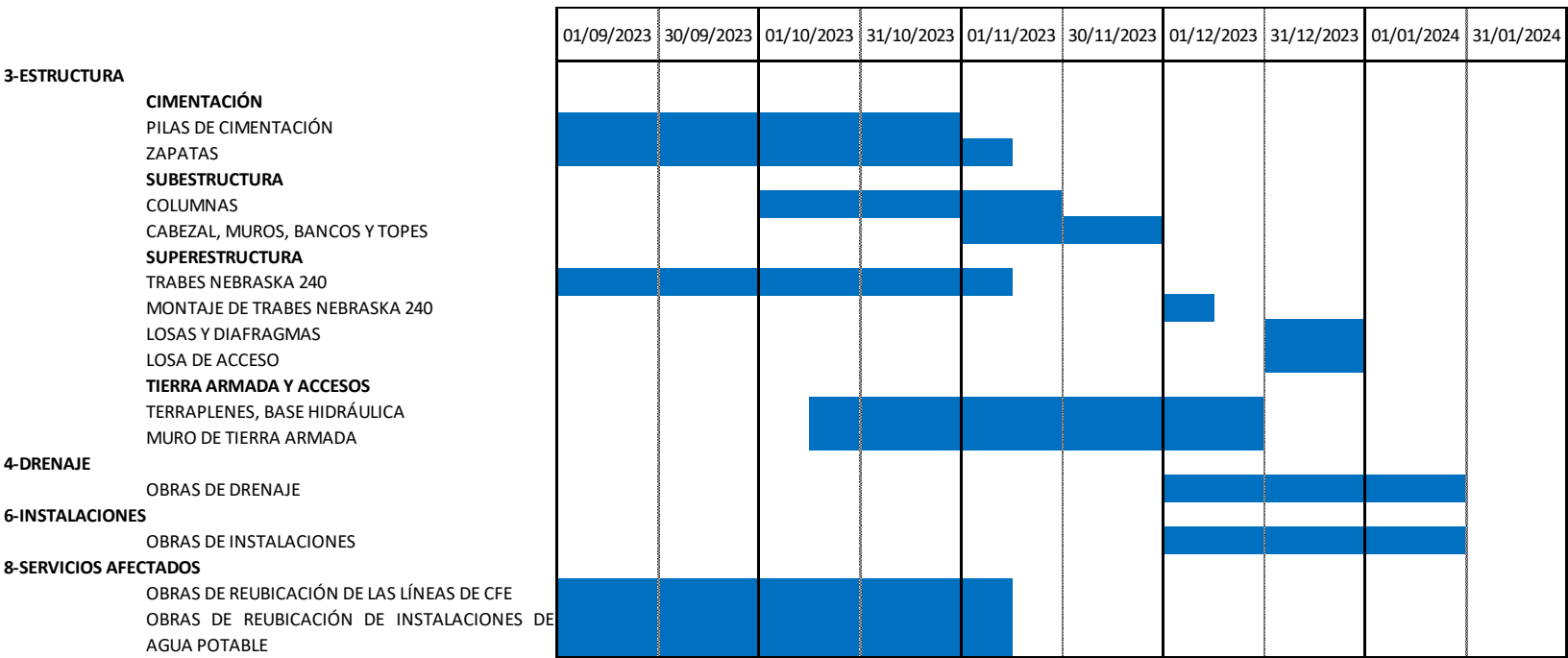
MÉTODOS ACREDITADOS

DESCRIPCIÓN DE LA FALLA DE RUPTURA: TIPO 1

OBSERVACIONES: -

ELABORÓ ING. ENRIQUE FLORES FLORES JEFE DE LABORATORIO	REVISÓ ING. RAFAEL PIMENTEL MARTINEZ COORDINADOR
--	--

Cronograma de Obra



Por terminar, la obra se realizó conforme las normas establecidas, siguiendo todos los puntos, en tanto a concreto, acero, terracerías.

Esto con ayuda del laboratorio que nos apoyó a que todo se lleve de la mejor manera, evitando tener retrasos con la supervisión, teniendo un avance productivo en cada una de las actividades.

Conclusiones

Este proyecto fue de gran relevancia para que la gente de Tultitlan tenga una alternativa vial, que no quede afectada con la nueva línea del Suburbano, de igual manera que apoye el crecimiento de esa zona, siendo un PSV que será muy utilizada con la misma llegada del suburbano, al ubicarse una estación a metros de distancia.

Gracias al proyecto se terminaron agrandando los carriles viales, los cuales facilita el transito tanto de motonetas como camiones pesados, se mejoró la zona de rodamiento evitando aquellos baches que existían gracias al terraplén. Comparación en el anexo Ent 2 y CARRIL 3.5 Y 1.20 PDT-ES-EST-PL-CSP-ENT 2

Con esta oportunidad que ESMA Instalaciones S.A. de C.V. me brindo, logre llevarme grandes bases para mi formación como ingeniero civil, como lo es mi formación de carácter para la toma de decisiones, el resolver problemas, el anticipar o deducir algún proceso antes de que llegue a ocurrir, entre muchas más cosas.

Por último, agregar que el proyecto se realizó desde las pilas hasta la losa de rodamiento, siguiendo todo el proceso constructivo adecuado, tanto revisado por uno mismo, ingenieros compañeros de trabajo y la supervisión de obra.

Competencias desarrolladas

Abastecimiento de agua

Elabora los estudios preliminares y trabajos que se deben efectuar para el desarrollo de un proyecto.

Identifica las características y componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable para aplicar en el proyecto.

Administración de la Construcción

Analiza y aplica el marco normativo sobre procesos de licitación y ejecución de obra pública para poder participar en ellos con responsabilidad

Planifica la optimización de recursos para lograr la ejecución satisfactoria de los proyectos

Analiza y aplica las estrategias de dirección y supervisión, de procesos para la ejecución de proyectos de construcción

Carreteras

Reconoce los elementos de la Ingeniería de Tránsito para una circulación segura de los vehículos.

Aplica los procesos y las especificaciones correspondientes para proyectar los drenajes más eficientes.

Diseño de elementos de concreto

Reconoce las propiedades mecánicas para el concreto y acero de refuerzo.

Reconoce los criterios de diseño estructural conforme a los reglamentos vigentes.

Diseño estructural de cimentaciones

Comprende el objetivo y clasificación de las cimentaciones, su importancia, tipos de fallas que se presentan bajo ellas y los esfuerzos a los que están sometidas.

Formulación y evaluación de proyectos

Interpreta y aplica la normatividad vigente para someter los proyectos a la valoración del impacto ambiental que generan.

Valora el cumplimiento de los objetivos del proyecto de inversión para evaluar su sustentabilidad

Maquinaria pesada y movimiento de tierras

Reconoce las características y aplicaciones que tienen las diferentes maquinarias pesadas para identificar las necesidades en las obras civiles

Reconoce el tipo de maquinaria por actividad específica y define los factores que influyen en la obtención del rendimiento para su uso en la Obra Civil.

Materiales y procesos constructivos

Investiga las características de las diferentes herramientas, equipos y maquinaria para su uso en los procesos constructivos.

Identifica las técnicas de despalme y limpieza de un terreno para desarrollar trazo y nivelación en un terreno

Reconoce los requisitos técnicos que establecen los reglamentos de construcción para aplicarlos en la etapa de infraestructura identificando los tipos de cimentación y de cimbrado

Reconoce y analiza las nuevas tecnologías de construcción, materiales, herramientas y equipos para aplicarlos en la construcción

Mecánica de suelos aplicada

Identifica los tipos de cimentaciones para su interacción con los suelos.

Mecánica de suelos

Analiza los factores que intervienen en el proceso de compactación de los suelos para la determinación de los grados de compactación.

Software de ingeniería civil

Conoce e identifica los conceptos básicos de la computación para familiarizarse con el uso de la computadora.

Aplica las herramientas de hojas de trabajo para la solución de problemas.

Aplica Software para agilizar procesos en cálculos matemáticos.

Tecnología del concreto

Reconoce las características físicas del mortero para su uso en la construcción

Topografía

Identifica la importancia de la topografía y sus conceptos para realizar levantamientos topográficos y los aplica en los diferentes proyectos de ingeniería civil.

Utiliza equipo y herramienta para la realización de levantamientos topográficos, elaborando planos topográficos que incluyan los cálculos de coordenadas y superficies, utilizando software de dibujo asistido por computadora y/o Civilcad para representar el terreno.

Reconoce diferentes tipos de nivelaciones topográficas para determinar cotas, perfiles, volúmenes de corte y terraplén, para aplicarlas en las obras de ingeniería civil.

Realiza cálculo y trazo de curvas horizontales y verticales con equipo topográfico, para su aplicación en obras de ingeniería civil.

Anexos

Planos

- PDT-ES-APY-PL-CSP-1
- PDT-ES-APY-PL-CSP-2
- PDT-ES-APY-PL-CSP-3
- PDT-ES-APY-PL-CSP-4
- PDT-ES-CIM-PL-CSP-001-001
- PDT-ES-CIM-PL-CSP-002-002
- PDT-ES-DFG-PL-CSP-003
- PDT-ES-LOS-PL-CSP-LOS-1
- PDT-ES-LOS-PL-CSP-LOS-2
- PDT-ES-LOS-PL-CSP-LOS-3
- PDT-ES-TRA-PL-CSP-001
- PDT-ES-TRA-PL-CSP-002
- PDT-ES-TRA-PL-CSP-003
- PDT-ES-TRA-PL-CSP-004
- PDT-ES-TRA-PL-CSP-005
- PDT-ES-TRA-PL-CSP-006
- 900.056 - 001-001-00 - Detalles Generales
- 900.056-001-002_009-Rev.02 - Caballete 1 - M1
- 900.056-002-001_008-Rev.02 - Caballete 4 - M2
- ENT 2
- CARRIL 3.5 Y 1.20 PDT-ES-EST-PL-CSP-ENT 2

Anexos de control de calidad (laboratorio)

- INFORME DE COMPACTACIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO FEBRERO 2024
- INFORME DE COMPACTACION_001
- INFORME DE RESISTENCIA DEL CONCRETO_001
- INFORME RESISTENCIA DEL CONCRETO OCTUBRE_001
- INFORME RESISTENCIA DEL CONCRETO DICIEMBRE_002

Bibliografía

- Das, B. M. (2001). *Principios de Ingeniería de Cimentaciones*. México, D.F.: International Thomson Editores.
- García, I. J. (s.f.). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. Macro.
- Jack C. McCormac, R. H. (s.f.). *Diseño de Concreto Reforzado*. Alfaomega.
- M·MMP·1·10/19 . (2019). En *Grado de Compactación* (págs. 1-4). SCT.
- M·MMP·2·02·055/04. (2004). En *Muestreo de Concreto Hidráulico* (págs. 1-5). SCT.
- Morales, I. R. (s.f.). *Diseño en Concreto Armado*. ICG.
- N·CMT·1·05/23. (2023). En *Materiales para Pedraplén* (págs. 1-6). SICT.
- N·CMT·2·02·005/04 . (2004). En *Materiales para Concreto Hidráulico* (págs. 1-12). SCT.
- N·CMT·2·03·001/04 . (2004). En *Acero de Refuerzo para Concreto Hidráulico* (págs. 1-15). SCT.
- N-CMT-1-01/16. (2016). En *Materiales para Terraplén* (págs. 1-4). SCT.
- N-CTR-CAR-1-02-003/04. (2004). En *Concreto Hidráulico* (págs. 1-31). SCT.
- NOM-023-STPS-1993. (1993). En *Relativa a los elementos y dispositivos de seguridad de los equipos para izar en los centros de trabajo*. (págs. 1-24). STPS.
- Parker, A. (s.f.). *Diseño Simplificado de Concreto Reforzado*. Limusa Wiley.