



UNIVERSIDAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DESCARTES

"PROYECTO DE CANAL HIDRÁULICO, OBRA COMPLEMENTARIA Y DRENAJE PARA REHABILITACIÓN DE INSTALACIONES, AFECTADAS POR LAS PRECIPITACIONES EN LAS INSTALACIONES DEL COLEGIO DE BACHILLERES DE CHIAPAS. PLANTEL No. 19 EN EL MUNICIPIO DE SOYALÓ, CHIAPAS. "DE LA CENTRAL TERMoeLECTRICA EVM II

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTA

BRAYAN DE JÉSUS SALAZAR MÉNDEZ

ASESOR

DR. JOSE RAFAEL GUZMAN MONZON

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS; 7 DE ENERO 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice.

Dedicatoria.....	5
Agradecimientos.....	6
Introducción.....	7
Capítulo I.....	9
Marco contextual.....	10
Historia.....	10
Vegetación.....	12
Edafología.....	12
Geología.....	12
Fisiografía.....	13
Hidrografía.....	13
Tasa de crecimiento.....	13
Problemática.....	13
Justificación.....	19
Objetivo General.....	20
Objetivos específicos.....	20
Hipótesis.....	21
Capitulo II.....	22
Marco teórico.....	23
Canal (Definición).....	23
Canales y sus propiedades.....	23
Clasificación de los canales.....	24
Canales naturales.....	24
Canales artificiales.....	24
Canales de riego.....	25
Canales de navegación.....	26
Tipos de secciones.....	26
Sección trapezoidal.....	26
Sección rectangular.....	26
Sección triangular.....	26
Sección parabólica.....	26

Clasificación de modelos hidráulicos	27
Modelo físico.....	27
Modelos analógicos.....	27
Modelo matemático.....	27
Elementos geométricos de un canal	28
Canal Hidráulico.	29
Muros de contención.	30
Banquetas y corredores.....	31
Limpieza.....	32
Trazo Y Nivelación.....	32
Excavación	32
Descripción.....	33
Excavaciones de apiques.	33
Afine y compactación.....	33
Cimbra.	34
Plantillas de desplante.....	34
Habilitado de acero de refuerzo.....	34
Muestreo de la varilla de refuerzo.	37
Mecánica del Suelo.	41
Suelo tipo A.....	41
Suelo Tipo B.....	41
Suelo Tipo C.....	42
Suministro de concreto.	42
Capitulo III	44
Marco Metodológico.	45
Proceso constructivo.	45
Proceso Constructivo Para La Construcción Del Canal	45
Limpieza.....	46
Excavaciones.....	47
Profundidad de zanja.....	49
Excavaciones de apiques.....	49
Excavaciones bajo condiciones de humedad.....	50
Rellenos.	51

Afine y compactación.	52
Cimbra.	53
Plantillas de desplante.	53
Habilitado de acero de refuerzo.	54
Suministro de concreto.	55
Cemento hidráulico.	56
Agregados (arena, grava, agua).	57
Agregado grueso.	57
Agua.	58
Tipos de concretos fabricados en obra.	58
Clasificación de los concretos.	61
Compactación del concreto.	65
Acabado.	67
Juntas	68
Muestreo del concreto.	72
Técnicas de reforzamiento de estructuras construidas de concreto que presentan deficiencias estructurales dentro del plantes.	74
Cimientos.	79
Columnas.	82
Muros	86
Capitulo IV	88
Pruebas y resultados.	89
Conclusión.	90
Bibliografía	92
Índice de figuras	93
Glosario.	98
Anexos.	99
.....	
..... 100	
Perfil Topográfico.	102

Dedicatoria.

Mi eterno agradecimiento a:

Dios, por ser la luz en mi vida, por hacer de mí una persona de bien y por darme fuerzas para salir adelante en los momentos más difíciles de mi vida

Dedico con todo mi corazón mi tesina a mi madre **Concepción Lili Méndez González**, pues sin ella no lo había logrado. Tu bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y, me lleva por el camino del bien. Por eso te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor madre mía, te amo.

A mis hermanos,

Victoria Lili Salazar Méndez.

Francisco Paul Salazar Méndez.

Por sus opiniones oportunas, para que este logro fuera posible.

Con admiración y respeto.

Brayan De Jesús Salazar Méndez.

Agradecimientos.

Al **Colegio de Bachilleres de Chiapas**, **Mtro. Luis Fernando Chandomi**, Jefe del Departamento de Mantenimiento, **Ing. Alexeiver Vázquez Ríos**, encargado de la Oficina de Infraestructura, **Ing. Víctor Manuel Reyes Pereyra** Jefe de Oficina “C”, **C.P. Carlos Tapia Morales**, Director del Plantel 19 Soyaló, Chiapas, por darme la oportunidad de colaborar en este proyecto.

Al **Arq. Carlos Aguilar Hernández**, por su apoyo, dedicación y paciencia, para que este escrito fuera una realidad

También se le agradece la serenidad para aterrizar ideas sobre la presentación de resultados, la experiencia que aportó en el desarrollo de este proyecto para la construcción de resultados para satisfacer.

Introducción.

Uno de los fenómenos atmosféricos más notables en el estado de Chiapas son las precipitaciones pluviales las cuales afectan a la mayoría de los municipios del estado, como es el caso del municipio de Soyalo, el cual la temporada más húmeda dura 5.0 meses, el cual consiste desde 20 de mayo a 19 de octubre, con una probabilidad de más del 51 %. Este fenómeno provoca a su vez, que la mayoría de los municipios se vean en complicaciones de inundaciones y colapsos en su sistema pluvial. El impacto que conllevan estas complicaciones naturales, afecta la calidad de vida de sus pobladores dado a que, por los fenómenos naturales, la infraestructura del sitio se va deteriorando y quedando inoperable. Por esta razón este documento centra su investigación en el Colegio de Bachilleres de Chiapas (COBACH) plantel 19, ubicado en el municipio antes mencionado. Este plantel ha sido afectado por las precipitaciones de manera directa en cuanto a su infraestructura, debido a que se encuentra en medio de un escurrimiento natural con gran afluencia. Provocando inundaciones dentro del plantel, deteriorando las instalaciones de las edificaciones, infraestructura, estructura y sobre todo poniendo en riesgo la seguridad del alumnado.

Dentro del plantel se han implementado soluciones por parte de las dependencias competentes, las cuales en su mayoría son improvisadas e ineficientes ante la demanda de los fenómenos naturales y se han visto sobrepasadas por los mismos. Tales como inundaciones a aulas de trabajo, deslizamientos de terreno, asentamientos estructurales, fallas en elementos de concretos. En este proyecto se plantea estrategias para solucionar las problemáticas existentes.

Para realizar este análisis se empezó con dos fases, la primera consistente en un levantamiento paramétrico de toda la instalación tomando en cuenta niveles del terreno natural, niveles de desplante, estado actual de las cimentaciones y estructura, datos de precipitaciones y escurrimientos naturales; y la segunda fase se plantea las propuestas estructurales de cada problema las cuales consisten en el siguiente planteamiento: mejorar y ampliar el área hidráulica del canal existente y reubicando el recorrido del mismo, proponiendo estratégicamente una dirección adecuada y sin exponer la segura del usuario.

Muros de contención: se implementará muros de contención los cuales fueron ubicados estratégicamente en puntos débiles de la topografía, esto a que el emplazamiento donde se ubicó está mal planteado por lo cual hoy en día tiene afectaciones.

Reestructuración de elementos de concreto: se evaluaron todos los elementos de concreto armado existentes del plantel y de acuerdo a cada caso en específico se planteó su solución, esto para recuperar las instalaciones existentes y tener el menor impacto económico a la hora de aplicar las soluciones correspondientes.

Por todo lo anterior se presenta a continuación la siguiente tesina en la cual se plasma toda la información desde los antecedentes históricos, bases teóricas, planteamientos de problemas y presentación de las soluciones para la hipótesis de este documento.

Capítulo I.

Marco contextual.

Historia.

Soyalo es uno de los pueblos más viejos de Chiapas, fundado en torno a la venerada Ceiba, de cuyas raíces procede el hombre, según el pensamiento filosófico de los mayas. Desde tiempos precortesianos los habitantes aprovechaban las palmeras silvestres para la fabricación de sombreros y petates, así como el ixtle para hamacas y morrales. Soyalo es un pintoresco pueblo de ascendencia nahoa, de poético nombre que significa: “Camino entre palmeras”, de soyotl, palmeras y otlí, camino (Fig. 1 Soyalo)



FIG. 1 ESCUDO DE SOYALO.

En 1774 Soyalo es un anexo del pueblo de Ixtapa dentro de la provincia de Zendaes y valle de Ciudad Real. En 1821 el 28 de agosto la ciudad de Santa María Comitán, dependiente de Ciudad Real, adopta el sistema de gobierno imperial de México y se declara libre e independiente tanto de la capitánía general de Guatemala como de España e invita a los demás ayuntamientos chiapanecos que hagan lo mismo. Por tal motivo, después de un minucioso análisis de la situación del movimiento de independencia de México y de la invitación del ayuntamiento de Comitán, las autoridades municipales de ciudad real declaran la independencia de la provincia de Chiapas y gestionan su incorporación al naciente imperio mexicano.

El 13 de noviembre de 1883 se divide el estado en 12 departamentos siendo este parte del de Chiapas. A fines del Siglo XIX se realiza la construcción del tramo carretero SoyaIo-San Cristóbal. Los indígenas, comandados por Juan González, se sublevan ya que apoyan a quienes pretendían que San Cristóbal siguiese como capital del estado. En 1915 desaparecen las jefaturas políticas y se crean 59 municipios libres, estando dentro de esta primera remunicipalización como una delegación de Ixtapa. Siendo gobernador del estado el coronel Victórico R. Grajales, decreta el 13 de febrero de 1935 que Soyalo desciende a la categoría de agencia municipal dependiente del municipio de Ixtapa, situación que se restituye el ocho de mayo que nuevamente adquiere la categoría de municipio libre.

El municipio de Soyalo es uno de los 124 municipios del estado de Chiapas. Se ubica en la región socioeconómico VII DE LOS BOSQUES. Limita al norte con Bochil, al este con Ixtapa, al sur con Chiapa de corzo y al oeste con Usumacinta y Chicoasén, como se observa en la Fig. 2, Las coordenadas de la cabecera municipal son: 16°53'25" de latitud norte y 92°55'29" de longitud oeste y se ubica a una altitud de 1176 metros sobre el nivel del mar. Con una superficie territorial de 96.01 km² ocupada el 0.13% del territorio estatal.



FIG. 2 UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DE SOYALO.

Los climas existentes en el municipio son cálidos subhúmedo con lluvias de verano, humedad media (38.11), cálido subhúmedo con lluvias de verano, más húmedo (19.3%), cálido subhúmedo con lluvias de verano, menos húmedo (0.38%) y semicálido subhúmedo con lluvias de verano, más húmedo. (42.22%), como se ve en la Fig 3.

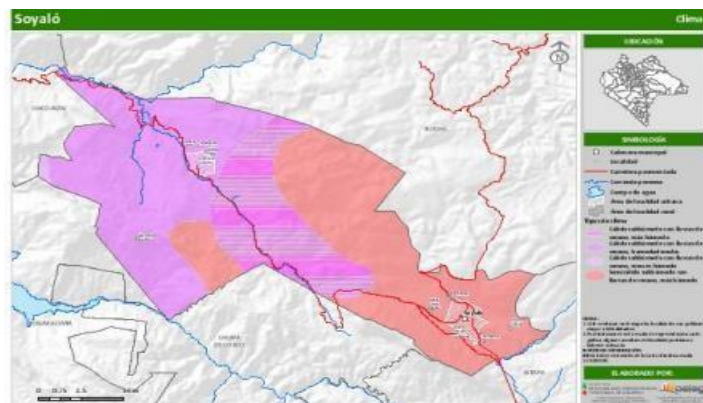


FIG. 3 MAPA DEL CLIMA EN SOYALO.

En los meses de mayo a octubre, las temperaturas mínimas promedio se distribuyen porcentualmente de la siguiente, arena de 15 a 18°C (48.7%), de 18 a 21°C (36.72%) y de 12 a 15°C (14.57%). En tanto que las máximas promedio en este periodo son: DE 24 a 27°C (34.87%), de 27 a 30°C (45.02) y de 30 a 33°C (20.11%).

Durante los meses de noviembre a abril, las temperaturas mínimas promedio se distribuyen porcentualmente de la siguiente manera: de 9 a 12°C (41.69%), de 12 a 15°C (47.79%) y de 15 a 18°C (10.52%). Mientras que las máximas promedio en este mismo periodo son: De 21 a 24°C (27.73%), de 24 a 27°C (54.74%) y de 27 a 30°C (17.53).

En los meses de mayo a octubre, la precipitación media es: de 800 a 900 mm, (0.15%), de 900 a 1000 mm (4.98), y de 1000 a 1200 mm (94.87%). En los meses de noviembre a abril, la precipitación media es: de 75 a 100 mm (84.14%), de 100 a 125 mm (13.75%) y de 125 a 150 mm (2.11%)

Vegetación.

La cobertura vegetal y el aprovechamiento del suelo en el municipio se distribuye de la siguiente manera:

Agricultura de temporal (44.3%), bosque de encino (secundaria) (39.28%), bosque de encino-pino (secundaria) (6.48%), selva baja caducifolia (secundaria)

(5.02%), pastizal inducido (1.57%), bosque de encino (1.35%), otros (1.13%), pastizal cultivado (0.71%) y selva mediana subperennifolia (secundaria) (0.16%).

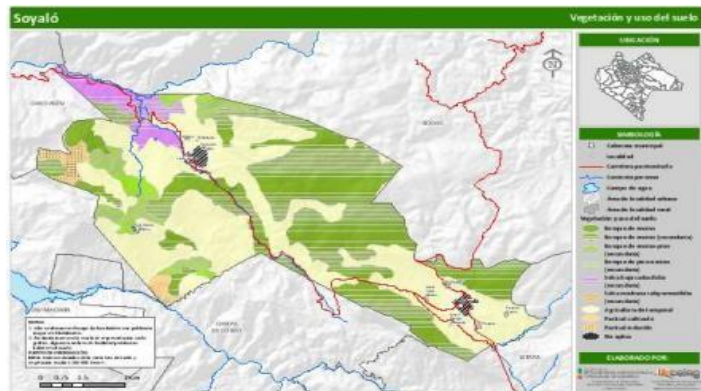


FIG. 4 VEGETACIÓN EN EL MUNICIPIO DE SOYALO, CHIAPAS.

Edafología.

Los tipos de suelos presentes en el municipio son: regosol (**suelos fértiles y suaves**) (71.33%), leptosol (**suelos rocosos**) (21.37%), phaeozem (**suelos con alto nivel de materia orgánica**) (6.36%). Y livisol (**suelos arcillosos**) (0.95%). Fig. 5

Geología.

Los tipos de roca que conforman la corteza terrestre en el municipio son: caliza (roca sedimentaria) (54.69%), lutita-arenisca (roca sedimentaria) (38.3%), limolita-arenisca (roca sedimentaria) (6.12%) y arenisca – conglomerado (roca sedimentaria) (0.89%).

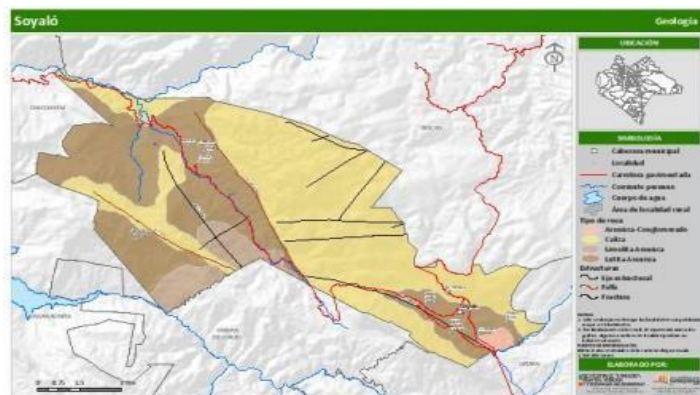


FIG. 5 GEOLOGÍA EN EL ESTADO DE

Fisiografía.

El municipio forma parte de la región fisiografía altos de Chiapas. La altura del relieve varía entre los 500 mts, y los 1800 mts, sobre el nivel del mar. Las formas del relieve presentes en el municipio son Sierra alta de las laderas tendidas (96.71%) y sierra alta escarpada compleja (3.29%).

Hidrografía.

El municipio se ubica dentro de las subcuencas R. Chicoasén, R Hondo y R Alta Grijalva que forman parte de la cuenca R. Lacantun.

Las principales corrientes de agua en el municipio son Arroyo el Coco, Arroyo el Encanto, Rio Bochil Y Rio sabina; y las corrientes: arroyo san Agustín, arroyo el Plantanal y Arroyo el Sabinal.

Tasa de crecimiento.

La tasa de media anual de crecimiento en el municipio de Soyalo según INEGI 2010 fue de 3.67 %, y para el año 2015, fue de 2.37%. el incremento poblacional fue de 967 habitantes.

Problemática.

El municipio de Soyalo Chiapas, se encuentra ubicado en la región VII de los bosques, limitado al norte con Bochil, al este con Ixtapa, al sur con Chiapa de corzo y al oeste con Usumacinta y Chicoasén, se ubica a una altitud 1,176 metros sobre el nivel del mar.

Como antes se menciona el clima existente de Soyalo Chiapas, es semicálido subhúmedo que consta de lo siguiente manera; humedad media (38.10), cálido subhúmedo con lluvias de verano, más húmedo (19.3%), cálido subhúmedo con lluvias de verano, menos húmedo (0.38%) y semicálido subhúmedo con lluvias de verano, más húmedo. (42.22%), en los meses de mayo a octubre, la precipitación media es: de 800 a 900 mm, 1000 a 1200 mm, y en los meses de noviembre a abril la precipitación media es: de 75 a 100 mm, 100 a 125 mm y de 125 a 150 mm.

Conforme a lo anterior, en el municipio de Soyalo se presentan lluvias intensas constantes, las cuales provocan inundaciones en sectores específicos del poblado, dado a que toda el agua de las precipitaciones es canalizada a través de cuencas naturales hidrológicas, que actualmente no cuentan con la infraestructura necesaria para controlar ese fenómeno.

La principal corriente hidrológica es el río Bomboná y los arroyos Ariete y Sabinal, los cuales cruzan de un extremo a otro el municipio. Es importante mencionar que debido a que estos ríos y cuencas hidrológicas que atraviesan el municipio los pobladores destinaron predios urbanos para el cultivo local provocando que los equipamientos sean desplazados al margen urbano, adaptándose a la topografía y contexto natural existente.

Un punto específico en el cual esta investigación centrara su trabajo es el Plantel No. 19 del Colegio de Bachilleres de Chiapas (COBACH). Como antes se menciona el municipio está ubicado en una depresión central la cual se encuentra rodeada por cerros. Este plantel se encuentra al sur oeste del municipio, donde naturalmente se desarrollan cuencas hidrológicas debido a la topografía del lugar, las cuales se ven encausadas hacia el predio donde se encuentra el plantel, provocando problemas de inundaciones, socavones, desplazamientos de estructuras, fracturas de elementos de concreto y filtraciones de agua.

Este tipo de problemas también afectan directamente al usuario, debido a que, por las inundaciones que se provocan dentro de las instalaciones, se ven forzados a suspender las actividades del plantel o en casos muy específicos obliga a restringir el acceso a ciertos puntos del inmueble ya que se considera zona de riesgos.

Actualmente el Colegio, solo se ha centrado en plantear soluciones a corto plazo, como mantenimiento correctivo y preventivo en las problemáticas que se presentan, con el propósito de aislar el problema, sin embargo, cabe mencionar que las soluciones se ven superadas por el problema. Los directivos del plantel no han tomado la iniciativa para plantear estrategias de ingeniería a largo plazo que solucione el problema y haga que el plantel opere de manera funcional con todas sus actividades.

Actualmente el plantel cuenta con un canal de concreto encargado de conducir el agua captada provocado por las cuencas naturales mediante un cono de captación elaborado de mampostería. En las temporadas de lluvia, presenta desbordamientos en toda la longitud.



FIG. 6 PERFIL DEL CANAL DENTRO DEL

Este canal atraviesa el plantel de manera transversal, sufre afectaciones de inundaciones, que provocan desplazamientos de las estructuras como aulas, banquetas, corredores y la plaza cívica. Debido a los desplazamientos, las aulas empiezan a presentar grietas por asentamientos lo cual se traduce en esfuerzos cortantes. Al tener este tipo de afectaciones se ven comprometidas las losas de cimentación y de azotea.

En cimentación las afectaciones por la filtración de agua hacia los refuerzos de acero corrugado conllevan a una cadena de oxidación, por lo consiguiente estos elementos se debilitan perdiendo fuerza de tensión, al perder estos esfuerzos, los elementos pierden la estabilidad conjunta del elemento provocando fracturas completas. Este problema no solo afecta de manera interna la estructura, también de manera externa el cual al buscar un cauce natural el agua filtra al subsuelo desestabilizando a la subestructura del edificio provocando deslizamientos, asentamientos o filtraciones de agua a los elementos de concreto.

Actualmente dentro de las instalaciones existe un canal de concreto el cual cuenta con una longitud de 15 m teniendo una sección trapezoidal, con una base de 1.20 mts, una altura de 0.20 mts y una abertura de 1.50 mts, como se ve en la (Fig 7), teniendo un cono de captación conformado de un zampeado de mampostería que consiste en piedras del



FIG. 7 LOCALIZACIÓN DEL CANAL EXISTENTE.

lugar asentadas con cemento: arena, este cono de captación tiene una abertura de 8 m y se fusiona con el ancho del canal, no se precisa el año de construcción pero debido al tiempo presenta deterioró como erosión, filtración de juntas, fracturas, deslizamientos, levantamiento del zampeado.

En los linderos del canal se encuentran ubicados los corredores de las aulas, los cuales están conformados por baquetas de concreto de 10 cms de espesor no se precisa la resistencia de las mismas pero se puede observar que no cuenta con un reforzamiento de acero, en la actualidad presentan fracturas dado a que la misma



FIG. 8 CROQUIS EN PLANTE DEL TERRENO

corriente del agua que se desborda del área hidráulica del canal realiza un empuje sobre ellas causando fracturas y desprendimientos del área de desplante que ponen en riesgo la integridad del usuario, así mismo debido a que existen espacios entre las fracturas da cabida a que el agua entre hacia la cimentación, esto provoca asentamiento en el terreno donde se encuentra desplantadas las aulas, este problema conlleva a que los elementos de concreto de la cimentación se saturen de agua, provocando filtraciones de agua que a su vez este proceso puede dañar el acero principal iniciando un proceso de oxidación del acero acelerado como se mencionó anteriormente, con el tiempo el acero pierde propiedades de resistencia que se refleja en fracturas del elemento de concreto.



FIG. 9 FRACTURAS DE LAS BANQUETAS.

El exceso de agua debajo de la tierra provocado por las precipitaciones en épocas de lluvias provoca variaciones en la humedad del terreno (saturación del mismo), lo cual genera grietas que se van acumulando provocando socavones, asentamientos de las estructuras.

Lo cual se pueden observar en distintas partes de las instalaciones del plantel, afectando directamente, tal es uno de los casos en las banquetas que se muestran en la figura 9. Esto poniendo en riesgo al cuerpo estudiantil, a los maestros y el personal que se encuentra dentro de las instalaciones

En las (Fig 8, 9 y 10), son algunas fotografías donde se ve severamente afectado por el daño de los socavones, estos problemas son muy comunes en casi todas las instalaciones del plantel, debidamente por el paso de agua subterráneas y superficiales.



FIG. 10 GRIETAS DEL SUELO.

Debidamente a todos los problemas que presentan los socavones en las instalaciones provocan riesgos y pone en peligro a las personas que se encuentran en las instalaciones del plantel.

Las filtraciones que se encuentran dentro de las instalaciones ocasionan las fisuras y grietas que se observan visualmente en banquetas, muros divisorios, columnas, pisos firmes entre otras estructuras lo cual debilitan.



FIG. 11 FRACTURAS EN ESTRUCTURAS DE CIMENTACIÓN.

El exceso de aguas dentro de ellas también puede generar abombamiento de

pinturas, desconchones en paredes, aparición de manchas de salitre desprendimiento de yeso de paredes y otras capas de materiales aplicados en paredes, hongos en las paredes y en ventanas hay aparición de moho en el perímetro.

Están dañando la durabilidad de la vida útil de los edificios lo cual en un futuro será demasiado tarde para la reparación.

En la (Fig.11), se observa las filtraciones que pueden ocasionar la corrosión que da como resultado la formación de óxido que conlleva la pérdida de sus óptimas propiedades mecánicas de la resistencia.

Entre los fenómenos naturales que pueden afectar a las instalaciones del plantel podemos considerar el deslizamiento de tierras y a los fenómenos hidrometeorológicos que son los que provocan los deslizamientos; lluvias torrenciales, desborde de ríos, e inundaciones, como se observa en la (Fig 12).



FIG. 12 HUNDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES.

Se puede observar que en las laderas que forman parte del terreno se forman grietas en la parte superior como también en las pendientes, que se produce con la acumulación de presión de agua. Dentro del plantel podemos observar 3 tipos de deslizamientos de terrenos; desprendimiento, avalancha y hundimiento.

Justificación.

La propuesta de un nuevo canal hidráulico dentro de las instalaciones tendrá como beneficio central el controlar el escurrimiento que se presenta en temporada de lluvias, logrando este objetivo al aumentar el área hidráulica para una mejor conducción del agua. Igualmente, este canal se integrará al contexto que actualmente existe, incorporándose a la topografía y a las edificaciones existentes teniendo una relación de espacio, función y contexto. El canal no solo fungirá como elemento aislado si no se integrara a un costado corredores para el aprovechamiento del espacio. Dado a que el escurrimiento actual cruza todo el predio se utilizara como elemento central para la organización de los corredores.

Otro de los beneficios que tendrá este proyecto es evitar la erosión del suelo, ya que este fenómeno provoca que se vayan descubriendo los elementos de la cimentación por perdida de terreno natural provocando que la intemperie haga estragos sobre los elementos de concreto que se encuentran en el lugar.

Es importante mencionar que con la aplicación de este proyecto la institución tendrá una mejor estrategia de mantenimiento preventivo y correctivo de las estructuras construidas. Las cuales con el paso del tiempo y el clima se han deteriorado. Lo que se plantea en esta investigación es poder recuperar las instalaciones en un estado óptimo de operatividad mediante procesos constructivo de baja dificultad y sobre todo de bajo costo para que la aplicación de estas técnicas sea rentable.

Este proyecto está enfocado 100% en el usuario el cual lo componen los estudiantes y maestros, que en su totalidad están conformadas por 600 personas, lograr este proyecto lograríamos instalaciones dignas para los usuarios.

Objetivo General.

Analizar la situación en el plantel No. 19 del Colegio de Bachilleres de Chiapas, del municipio de Soyalo, y generar una propuesta de solución para evitar desbordamiento de aguas pluviales que dañen las instalaciones del plantel.

Objetivos específicos.

- Desarrollar como solución a la problemática de inundación un canal pluvial, esto para mitigar los riesgos y daños provocados por las precipitaciones que existen en el lugar.
- Conocer los diferentes procesos constructivos que existen para solucionar este tipo de problemática y aplicarlos a los casos de estudio.
- Analizar el contexto natural y constructivo de cada elemento a solucionar, para su correcta ejecución, entendiéndolo desde su origen y analizando su comportamiento para establecer una metodología científica.

Hipótesis.

Con el siguiente documento, se pretende obtener una planificación a largo plazo para resarcir las problemáticas actuales que se presentan en el plantel, previendo que con la restructuración del diseño hidráulico se logre reducir el número de inundaciones provocado por las precipitaciones. Que a su vez provoca daños en la infraestructura del mismo.

Pretendemos obtener soluciones concisas que se integren con las edificaciones existentes, y que trabajen en conjunto para tener una relación costo - tiempo de ejecución. Esperamos que, con las técnicas y diseño plasmadas en este documento, se puedan recuperar al 100% todas las edificaciones dañadas por esta problemática.

La construcción del canal pluvial influye en el incremento de la eficiencia de conducción de agua en el sector central de las instalaciones, evitando los problemas ocasionados por el mismo, desbordamiento.

Con la ampliación del canal pluvial se obtendrá un mejor desfogue hidráulico el cual no se desborde del cauce propuesto captando toda el agua pluvial de manera estratégica la cual en un futuro sea fácil su reciclamiento.

Otro apartado de este proyecto se enfoca en soluciones constructivas en edificaciones, las cuales están planteadas de manera técnica y eficaz para facilitar su aplicación, obteniendo una mejor solución a los problemas que se presentan en las aulas y así tratar de garantizar su durabilidad.

Con la planificación y programación del proyecto se facilita los tiempos de ejecución para el mantenimiento de las instalaciones, reduciendo tiempo y a su vez mano de obra. Logrando con esta planificación un procedimiento a detalle de la ejecución de los trabajos y poder así tomar un esquema de trabajo que aplique no solo para este plantel, sino una de manera universal. Realizando manuales simplificados para que sea legible para cualquiera que se dedique a este tipo de reparaciones.

Capitolo II

Marco teórico.

Canal (Definición).

En ingeniería se denomina canal a una construcción destinada al transporte de fluidos generalmente utilizada para agua y que, a diferencia de las tuberías, es abierta a la atmósfera. También se utilizan como vías artificiales de navegación. La descripción del comportamiento

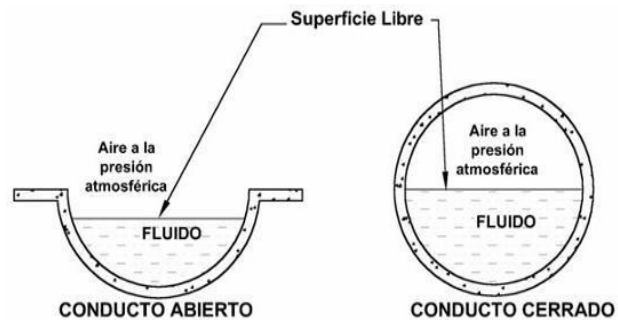


FIG. 13 FLUJO EN CONDUCTOS.

hidráulico de los canales es una parte fundamental de la hidráulica y su diseño pertenece al campo de la ingeniería hidráulica, una de las especialidades de la ingeniería civil.

El conocimiento empírico del funcionamiento de los canales se remonta a varios milenios. En la antigua Mesopotamia se usaban canales de riego, en la Roma Imperial se abastecían de agua a través de canales construidos sobre inmensos acueductos, y los habitantes del antiguo Perú construyeron en algunos lugares de los Andes canales que aún funcionan. El conocimiento y estudio sistemático de los canales se remonta al siglo XVIII, con Chézy, Bazin y otros.

Son conductos abiertos o cerrados en los cuales el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera; esto quiere decir que el agua fluye impulsada por la presión atmosférica y de su propio peso.

Canales y sus propiedades.

- Canales Abiertos: Un canal abierto es un conducto en el cual el agua, fluye con una superficie libre. De acuerdo con su origen un canal puede ser natural o artificial.
- Canales Naturales: influyen todos los tipos de agua que existen de manera natural en la tierra, lo cuales varían en tamaño desde pequeños arroyuelos en zonas montañosas hasta quebradas, arroyos, ríos pequeños y grandes, y estuarios de mareas. Las corrientes subterráneas que transportan agua con una superficie libre también son consideradas como canales abiertos naturales.

Las propiedades hidráulicas de un canal natural por lo general son muy irregulares. En algunos casos pueden hacerse suposiciones empíricas razonablemente consistentes en las observaciones y experiencias reales, de tal modo que las condiciones de flujo en estos canales se vuelvan manejables mediante tratamiento analítico de la hidráulica teórica.

Clasificación de los canales.

Canales naturales.



FIG. 14 CANAL NATURAL.

Un canal natural se les llama a las deprecaciones naturales de la corteza terrestre, donde algunos tienen alta profundidad y otros son poco profundos, de acuerdo a lugar donde se encuentren. Estos canales intervienen en los diferentes tipos de agua que existen en la tierra, los cuales se modifican desde pequeños

arroyuelos en lugares montañosos hasta arroyos, quebradas, ríos grandes y pequeños, y estuarios de mareas. Los canales abiertos naturales son considerados como corrientes subterráneas las cuales transportan agua con una superficie libre; ya que los canales naturales tienen propiedades hidráulicas sobre el canal.

Canales artificiales.

Los canales artificiales son los que se desarrollaron por la mano del hombre, que son: los canales de navegación, riego, canales de centrales hidroeléctricas alcantarillado pluvial, sanitario, control de inundaciones canaletas de madera, canales de desborde, canales de modelos construidos en laboratorio y cunetas a lo



FIG. 15 CANAL ARTIFICIAL.

largo de carretera. Estos canales generalmente se diseñan con forma prismática, como un canal construido con una sección transversal con pendiente de fondo constante y una sección inalterable,

por eso se conoce como canal prismático. La sección del canal se toma de forma perpendicular de acuerdo con la dirección del flujo.

Canales de riego.

Se denominan canales de riego a los que tienen como función conducir el agua de capitación hasta la huerta o campo donde serán regados los cultivos. En el ámbito de la ingeniería son parte fundamental ya que deben ser cuidadosamente elaborados para tratar que se gaste la menor cantidad de agua posible y para evitar daños en el medio ambiente. Están reducidamente



FIG. 16 CANAL DE RIEGO.

vinculados a las características que pueda tener el terreno siguiendo las curvas de nivel, descendiendo lentamente hacia una pendiente baja, para que el agua pueda fluir rápidamente y se gaste menos agua.

Estos son vías construidas para conducir el agua hacia las zonas que requieren complementar el agua precipitada naturalmente sobre el terreno.

Canal de primer orden. - Llamado también canal principal o de derivación y se le traza siempre con pendiente mínima, normalmente es usado por un solo lado ya que por el otro lado da con terrenos altos (cerros).

Canal de segundo orden. - Llamados también laterales, son aquellos que salen del canal principal y el gasto que ingresa a ellos, es repartido hacia los sub – laterales, el área de riego que sirve un lateral se conoce como unidad de riego.

Canal de tercer orden. - Llamados también sub-laterales y nacen de los canales laterales, el gasto que ingresa a ellos es repartido hacia las parcelas individuales a través de las tomas granjas.

Canales de navegación.



FIG. 17 CANAL DE NAVEGACIÓN.

Un canal de navegación es una vía de agua hecha por el hombre que normalmente conecta lagos, ríos u océanos.

Modelación hidráulica. En el campo hidráulico la modelación se ha desarrollado satisfactoriamente, en donde existen varios estudios de diseño hidráulico realizados en la antigüedad,

mediante pequeñas representaciones de máquinas y estructuras por el cual se ha llegado a mencionar como los principios fundamentales de la hidráulica; pero con el tiempo se pudieron hacer experimentos hidráulicos que se llevaban a cabo en una escala real ya sea en canales, tuberías vertederos y presas.

Tipos de secciones.

Sección trapezoidal:

Se usa en canales de tierra debido a que proveen las pendientes necesarias para estabilidad, y en canales revestidos.

Sección rectangular:

Debido a que el rectángulo tiene lados verticales, por lo general se utiliza para canales construidos con materiales estables, acueductos de madera, para canales excavados en roca y para canales revestidos.

Sección triangular:

Se usa para cunetas revestidas en las carreteras, también en canales de tierra pequeños, fundamentalmente por facilidad de trazo. También se emplean revestidas, como alcantarillas de las carreteras.

Sección parabólica:

Se emplea en algunas ocasiones para canales revestidos y es la forma que toman aproximadamente muchos canales naturales y canales viejos de tierra.

La aplicación de las teorías hidráulicas a canales artificiales producirán, por tanto, resultados bastantes similares a las condiciones reales y, por consiguiente, son razonablemente exactos para propósitos prácticos de diseños.

Clasificación de modelos hidráulicos.

Modelo físico.

En relación con una obra de ingeniería, la simulación física de un caso hidráulico en un sistema semejante, permite controlarlo y observarlo con mucha facilidad, además ratifica la validez de diseño de la obra optimizando los efectos colaterales, que deberán ser considerados en el plazo de ejecución del proyecto.

Modelos analógicos.

En la reproducción de un prototipo de estudio en un sistema físico que es diferente al modelo convencional, pero que aprovecha la semejanza de las leyes matemáticas en ambos sistemas.

Modelo matemático.

El uso de este modelo no es muy común en la actualidad; es frecuente que uno de los dos casos de estudio sea de mayor facilidad que el otro por lo que éste trabaja para resolver el otro. De acuerdo con lo anterior el fenómeno análogo tiene la posibilidad de resolver problemas hidráulicos teniendo en cuenta mediciones hechas anteriormente

Elementos geométricos de un canal.

La sección de un canal este constituido por elementos geométricos, donde las propiedades de la sección del canal pueden ser definidas por la profundidad del flujo y en especial por la geometría de la sección. Los elementos geométricos son muy importantes y se utilizan bastante en el cálculo de flujo.

Los elementos geométricos son propiedades de una sección del canal, que puede ser definida enteramente por la geometría de la sección y la profundidad del flujo. Estos elementos son muy importantes para los cálculos del escurrimiento.

Dónde:

y = tirante de agua, altura que el agua adquiere en la sección transversal

b = base del canal o ancho de solera

T = espejo de agua o superficie libre de agua

H = profundidad total del canal

$H-y$ = borde libre

C = ancho de corona

θ = ángulo de inclinación de las paredes laterales con la horizontal

Z : 1 = talud, Horizontal: Vertical

$A = (b + Z \cdot y) \cdot y$, área hidráulica

$P = b + 2 \cdot y \cdot (1 + Z^2)^{0.5}$, perímetro mojado

$R = A / P$, radio hidráulico

$\bar{y} = A / T$, tirante hidráulico o tirante medio

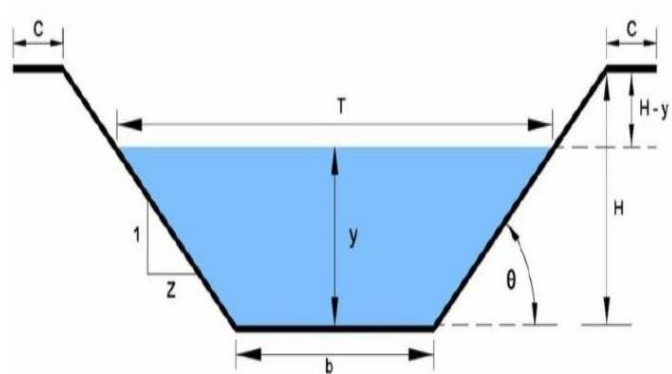


FIG. 18 ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN CANAL.

Canal Hidráulico.

Se pretende diseñar un canal hidráulico que canalice debidamente toda el agua generada por las precipitaciones, la cual no se vea superada por el flujo hidráulico, como el que actualmente se encuentra. Diseñándolo para precipitaciones máximas y sobre todo con procesos constructivos universales, tal como lo es el concreto hidráulico. Se analizará todo



FIG. 19 CANAL HIDRÁULICO.

el contexto donde se encuentra a la cuenca hidráulica para prevenir inundaciones a las áreas aledañas, filtraciones de agua hacia la cimentación y socavones en los edificios. Ampliar el área hidráulica en el canal para tener un margen de amortiguamiento por precipitaciones excesivas. De igual forma diseñar un cono de captación adecuado al flujo de la cuenca. Mejorando el proceso constructivo que actualmente se presenta y cambiándolo por un zampeado clase I ó en su caso implementar concreto hidráulico.

Dentro del diseño del canal se contemplará los siguientes puntos:

- Estructuras de captación: caja y conos de captación para poder recolectar toda el agua generada por las precipitaciones.
- Estructuras de conducción: paredes de concreto armado reforzado con mejoramiento del terreno.
- Estructuras de conexión y mantenimiento: Diseñar un canal que el mismo flujo permita tenerlo limpio por sí solo, esto será generado por la pendiente del mismo.
- Estructuras de descarga: diseñar líneas de conducción que estén estratégicamente analizados, los cuales desemboquen en el río o cuenca más cercana.

Estructuras complementarias: todas aquellas estructuras que en casos específicos forman parte de un sistema de alcantarillado pluvial, para resolver un problema determinado, y que resultan importantes para el correcto funcionamiento del sistema, tales como puentes peatonales, cambios de nivel, pendiente, cambios de dirección, estructuras de retención, estructuras de detención, estructuras de infiltración y de filtración, obras complementarias.

Muros de contención.

Los muros de contención son elementos constructivos que cumplen la función de cerramiento, soportando por lo general los esfuerzos horizontales producidos por el empuje de tierras. En otros tipos de construcción, se utilizan para contener agua o líquidos en el caso de depósitos. La impermeabilización y el drenaje son dos aspectos importantes para controlar el paso de agua del terreno hacia el interior de la edificación. Marco



FIG. 20 MURO DE CONTENCIÓN.

Debido a que las instalaciones se encuentran en un terreno ascendente (terreno quebrado) con referencia al acceso, los escurrimientos existentes saturan el terreno natural, afectando a los taludes naturales que ayudan a estabilizar las plataformas donde se desplantaron las edificaciones. Las afectaciones consisten en la saturación de agua como antes se menciona perdiendo estabilidad y desprendiendo las plataformas donde se encuentran los edificios. Es por esto que se implementaran muros de contención de concreto hidráulico para estabilizar el terreno natural, considerando los factores de empuje y volumen del terreno.

El muro de contención consistirá en un elemento de concreto armado, el cual se considerará de 20 cm de espesor, con un armado estándar, considerando los procesos constructivos y estándares de calidad proporcionados por la Norma Oficial Mexicana (NOM), Normas Técnicas Complementarias (NTC), Normas constructivas de la secretaria de comunicaciones y transportes (NOM-SCT). Dependiendo de la dificultad de la inestabilidad del terreno, se evaluará y analizara, para ver si el diseño será de concreto armado o de mampostería, previendo que en ambas opciones se plantee una solución permanente a este tipo de problemáticas. Los muros se trazarán de manera estratégica para su máximo aprovechamiento, integrando estos elementos de ingeniería al contexto arquitectónico existente. Actualmente como antes se menciona en esta investigación, existen muros de contención de mampostería, los cuales no formaran parte del planteamiento de la solución que se expone en esta investigación debido a que no están construidos en lugares estratégicos, tienen

procedimiento mal planteados y en su mayoría se encuentran fracturados, que para este tipo de obras quedan inoperables y solo son un riesgo para la infraestructura.

Banquetas y corredores.

En este proyecto se considerará un esquema de circulación peatonal el cual permita a las instalaciones estar preparado, resistir y recuperarse de cualquier amenaza natural. El cual tenga la capacidad de soportar una crisis, de manera que absorba sus efectos, se amolde a los mismo y pueda recobrase de manera



FIG. 21 BANQUETAS.

eficaz. Se implementarán estrategias en

donde se apliquen procesos constructivos acorde al tipo de circulación, de igual manera para no forzar las circulaciones se respetará el entorno natural cuidando que estos no afecten el funcionamiento del cauce del canal. Este tipo de soluciones se implementarán sobre todo resguardando a los usuarios, delimitando el área peatonal con arriates, barandales o dejando espacios para el área de amortiguamiento.



FIG. 22 ARRIATES.

Se pretende que las circulaciones estén constituidas por elementos de concreto, los cuales tendrán un ancho mínimo de 1.20 mts en los espacios más limitados, implementando la circulación en dos direcciones. Se emplazarán conforme al terreno establecido, respetando los niveles existentes provocando circulaciones verticales.

Limpieza.

Descripción:

La limpieza del terreno se hará para preparar el lugar donde se va a construir, se debe quitar completamente arbustos, basura, desperdicios orgánicos y de todo aquello que obstruya e impida el trazo y nivelación. De igual forma, dentro del predio se encuentran raíces o restos de árboles, se deberán quitarse completamente para no estorbar el desarrollo de la misma.

Es uno de los trabajos por los cuales se comienza una construcción, con la finalidad de eliminar del terreno toda la basura, obstáculos y/o vegetación existente a fin de poder realizar de una mejor manera los siguientes trabajos de la construcción.

Trazo Y Nivelación.

Descripción:

Trazo: Replantear en el campo los puntos característicos del eje por trazar, que permitan, en cualquier momento, reponer el trazo del canal, particularmente durante la construcción de la obra.

Nivelación: Cuando se ejecuten los trabajos necesarios para determinar en el campo las elevaciones de todos los puntos característicos replanteados, de las estaciones con cadenamientos cerrados a cada 3.00 metros y de los puntos singulares que caractericen cambios en la pendiente del terreno.

Excavación

Descripción.

La excavación consiste en la remoción y extracción de materiales, además del cargue, retiro y disposición de los materiales provenientes de dicha actividad, según los planos y secciones transversales del canal. También comprende el retiro de la capa vegetal o despalle y otros materiales blandos y orgánicos en las áreas donde se vayan a realizar las excavaciones necesarias para la construcción de las redes de servicio, conexiones domiciliarias, cámaras de inspección, cajas, apiques, canales, nichos y cualquier excavación que sea necesaria para la correcta ejecución de las obras.

Descripción

Excavaciones de apiques.

Los apiques son excavaciones realizadas con el fin de determinar las características del suelo a trabajar, ubicación del nivel freático y obtener muestras para ensayos de laboratorio.

Mejoramiento del terreno.

Descripción.

Consisten en modificar las características de un suelo por una acción física (vibraciones por ejemplo) o por la inclusión en el suelo de una la mezcla del suelo con un material más resistente, con el fin de: aumentar la capacidad y/o la resistencia al corte, disminuir los asentamientos, tanto absolutos como diferenciales, y acelerarlos cuando sucedan, disminuir o eliminar el riesgo de licuefacción en caso de terremoto o de vibraciones importantes los ámbitos de aplicación de las distintas técnicas dependen esencialmente de la naturaleza y la granulometría de los terrenos que se desea mejorar.

El relleno es la colocación de materiales seleccionados o no, en excavaciones hechas para estructuras, obras de drenaje y subdrenaje, cuñas de terraplenes contiguos a estructuras, así como trincheras estabilizadoras. n.ctr.car.1.01.011

Las técnicas de mejoramiento de terreno consisten en modificar las características de un suelo por una acción física (vibraciones por ejemplo) o por la inclusión en el suelo de una la mezcla del suelo con un material más resistente, con el fin de: - aumentar la capacidad y/o la resistencia al corte, disminuir los asentamientos, tanto absolutos como diferenciales, y acelerarlos cuando sucedan, disminuir o eliminar el riesgo de licuefacción en caso de terremoto o de vibraciones importantes Los ámbitos de aplicación de las distintas técnicas dependen esencialmente de la naturaleza y la granulometría de los terrenos que se desea mejorar.

Afine y compactación.

Descripción.

El trabajo de afine y compactación comprenderá remover y retirar del sitio toda la tierra, y materiales de cualquier naturaleza, inclusive derrumbes, que interfieran con la obra o impidan construirla, la compactación del fondo de la excavación al 95%.

Cimbra.

Descripción.

Se define como una estructura temporal que tiene como propósito el de contener el concreto fresco hasta que este alcance la resistencia necesaria para autoportarse la cimbra nos ayuda a moldear el concreto a la forma y tamaño requerido, además de controlar y estabilizar su posición, deben de estar diseñadas para soportar todas las cargas aplicadas. El concepto de cimbra se integra fundamentalmente por dos elementos.

- Cimbra de contacto.
- Obra falsa.

Plantillas de desplante.

Descripción.

La plantilla es una capa de concreto pobre ($f'c=100 \text{ kg/cm}^2$), el cual se instala por debajo de las cimentaciones con el objetivo de dividir el suelo del acero o cimiento, La plantilla protege al armado para que su resistencia no sea afectada por las reacciones que se producen en el suelo, como la sedimentación, erosión, etc. La plantilla tiene un espesor de aproximado de 5 a 7 cm según sea el tipo de cimentación y se extiende a lo largo. Está compuesta de concreto de baja resistencia ($f'c= 100 \text{ kg/cm}^2$).

Habilitado de acero de refuerzo.

Definición.

El acero de refuerzo para concreto hidráulico lo constituyen: varillas, alambres, cables, barras, soleras, ángulos, rieles, mallas, metal desplegado u otras secciones o elementos estructurales que se usan dentro o fuera del concreto en ductos o sin ellos, para ayudar a este a absorber cualquier clase de esfuerzos.

Tomando como base su forma, las varillas de acero para refuerzo se clasifican en los siguientes tipos:

Varilla corrugada: Es aquella cuya superficie está provista de rebordes y salientes llamados “corrugaciones”, los cuales inhiben el movimiento relativo longitudinal entre la varilla y el concreto que la rodea.

Varilla lisa: Es aquella que está desprovista de corrugaciones o que teniéndolas no cumple con los requisitos establecidos.

Materiales

De los tipos de varilla existentes, la varilla corrugada grado 42, alta resistencia, es la más comúnmente empleada en el ramo de la construcción en nuestro país, la cual deberá cumplir con los requisitos de la NMX-C-407-ONNCCE-2001 para “Industria de la construcción-varilla corrugada de acero proveniente de lingote y palanquilla para refuerzo de concreto-especificaciones y método de prueba”.

TABLA 1. AÑO, DIMENSIONES NOMINALES DE LAS VARILLAS CORRUGADAS Y SUS NÚMEROS DE DESIGNACIÓN CON LA TABLA SIGUIENTE:

VARILLA CORRUGADA PARA REFUERZO DE CONCRETO															
No.	Diámetro nominal		Área nominal		Peso Unitario		Perímetro		Separación promedio máxima entre corrugaciones		Altura mínima de las corrugaciones		Longitud perimetral mínima de las corrugaciones		No. aprox. de varillas de 12 m por tonelada
	mm	in	mm ²	in ²	Kg/m	Lb/ft	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	
2	6.4	1/4	32	0.05	0.251	0.167	20.1	0.786	-	-	-	-	-	-	-
2.5	7.9	5/16	49	0.08	0.384	0.261	24.8	0.982	5.5	0.219	0.3	0.013	18.6	0.736	217
3	9.5	3/8	71	0.11	0.557	0.376	29.8	1.178	6.7	0.262	0.3	0.015	22.4	0.883	150
4	12.7	1/2	127	0.20	0.996	0.668	39.9	1.571	8.9	0.350	0.5	0.020	29.9	1.178	84
5	15.9	5/8	199	0.31	1.560	1.043	50.0	1.963	11.1	0.437	0.7	0.028	37.5	1.472	53
6	19.1	3/4	287	0.44	2.250	1.502	60.0	2.356	13.4	0.525	1.0	0.038	45.0	1.767	37
7	22.2	7/8	387	0.60	3.034	2.044	69.7	2.749	15.5	0.612	1.1	0.044	52.3	2.062	27
8	25.4	1	507	0.79	3.975	2.670	79.8	3.142	17.8	0.700	1.3	0.050	59.9	2.356	21
9	28.6	1 1/8	642	0.99	5.033	3.381	89.8	3.534	20.0	0.787	1.4	0.056	67.4	2.650	17
10	31.8	1 1/4	794	1.23	6.225	4.172	99.9	3.927	22.3	0.875	1.6	0.063	74.9	2.945	13
11	34.9	1 3/8	957	1.48	7.503	5.049	109.6	4.320	24.4	0.962	1.7	0.069	82.2	3.240	11
12	38.1	1 1/2	1140	1.77	8.938	6.008	119.7	4.712	26.7	1.050	1.9	0.075	89.8	3.534	9

Doblado de varilla.

TABLA 2. REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIRSE, PARA EL ANGULO DE DOBLADO Y LOS TAMAÑOS DEL MANDRIL, SE INDICAN EN LA TABLA 2.

DESIGNACIÓN No. de varilla	DIÁMETRO DEL MANDRIL PARA DOBLADO		
	180°	180°	90°
	GRADO 30	GRADO 42	GRADO 52
2,2.5,3,4 Y 5	d = 4t	d = 4t	d = 5t
6	D = 5t	d = 5t	d = 6t
7 Y 8	D = 5t	d = 6t	d = 7t
9,10,11 Y12	D = 5t	d = 8t	d = 8t

Muestreo de la varilla de refuerzo.

La calidad de la varilla de acero de refuerzo será avalada mediante pruebas de laboratorio, servicio que deberá proporcionar el constructor con una empresa del ramo debidamente acreditada por la Dirección, sujetándose a lo siguiente:

- Se harán con anterioridad a la iniciación de la obra, por lo que no se usarán varillas que no hayan sido previamente autorizadas por la Dirección.
- Se ensayarán para cada diámetro de varilla, como mínimo 2 (dos) probetas a la tensión y 1 (una) al doblado por cada diámetro y por cada lote. En caso que el lote exceda de 25 toneladas se tomará esa intensidad por cada 25.
- Teniendo los planos correspondientes, se deberá elaborar con anticipación la lista de acero que se requiera y formular un programa de suministro; deberá informar a la supervisión de la obra de los lotes recibidos, especificando: fecha, procedencia, cantidad, características generales y sitio preciso de almacenaje; las varillas deberán estar separadas por lotes de diferentes diámetros, de manera que sean fácilmente identificables para su muestreo y localización.

La varilla de acero de refuerzo para el concreto es de los materiales de construcción que normalmente presentan buena calidad, debido al buen control que se lleva durante su fabricación.

Sin embargo, se recomienda que la varilla sea adquirida preferentemente de laminadoras cuya calidad de acero sea ampliamente reconocida por la Dirección.

Otro de los materiales utilizado para el refuerzo del concreto es el alambre corrugado de acero, laminado en frío, el cual debe de cumplir con lo marcado en la norma la NMX-D-072-1986 para “Alambre corrugado de acero, laminado en frío para refuerzo de concreto”.

Cuando se utilice alambre liso de acero estirado en frío para refuerzo de concreto se debe de cumplir con lo marcado en la norma NMX-B-253-1988.

Cuando se utilice malla soldada de alambre liso de acero para refuerzo de concreto se debe de cumplir con lo marcado en la norma NMX-B-290-1988.

Cuando se utilicen armaduras electro soldadas de sección triangular, de alambre de acero corrugado o liso para refuerzo de elementos estructurales de concreto se debe de cumplir con lo marcado en la norma NMX-B-455-1987.

Cuando se utilicen armaduras soldadas de alambre de acero para castillos y dalas se debe de cumplir con lo marcado en la norma NMX-B-456-1987.

En todos los casos los dobleces o ganchos de las varillas se sujetarán a lo siguiente:

Anclaje.

Para evitar fallas de adherencia o de desgarramiento, el esfuerzo calculado de tensión o compresión de cualquier barra en cualquier sección debe desarrollarse a cada lado de la sección por medio de una superficie longitud de anclaje, ganchos (en el caso de tensión únicamente), algún dispositivo mecánico de anclaje, o combinaciones de estos procedimientos.

Mallas de alambres soldados.

La capacidad de los alambres longitudinales de la malla soldada debe desarrollarse anclando por lo menos dos alambres transversales de tal manera que el más próximo a la sección de esfuerzo máximo se encuentre a una distancia mínima de 5 cm de dicha sección. Puede considerarse que un anclaje con un alambre transversal desarrolla la mitad del esfuerzo de fluencia.

Casos especiales.

Debe proporcionarse un anclaje adecuado en los extremos de las varillas de tensión en elementos sujetos a flexión en los que el esfuerzo en el acero no es directamente proporcional al momento, como sucede en zapatas de peralte variable, ménsulas, vigas diafragma y vigas en las que el refuerzo de tensión no es paralelo a la cara de compresión.

Empalmes

Las varillas de refuerzo pueden empalmarse indirectamente mediante traslapes o estableciendo continuidad por medio de detalles soldados o dispositivos mecánicos de unión. Las especificaciones y detalles dimensionales de los empalmes deben mostrarse en los planos.

Los empalmes continuos no deben estar localizados en los dobleces de varillas y tendrán que ser capaces de resistir las acciones internas a que puedan estar sujetos durante el manejo de las varillas en los procesos de construcción.

Empalmes de varillas sujetas a tensión.

Los empalmes en secciones de máximo esfuerzo de tensión serán evitados siempre que sea posible. En general, todo empalme debe ser capaz de transferir el esfuerzo de fluencia total del acero; sin embargo, pueden considerarse admisibles empalmes capaces de transferir un esfuerzo igual al doble del esfuerzo máximo calculado con la ecuación

Cuando se empalma más de la mitad de las varillas en un tramo de 40 diámetros, cuando los empalmes se hacen en secciones de esfuerzo máximo, deben tomarse precauciones especiales, consistentes, por ejemplo, en aumentar la longitud de traslape en utilizar espirales o estribos muy próximos en el tramo donde se efectúe el empalme.

Los empalmes a base de soldadura deben ser capaces de desarrollar en tensión por lo menos el 100 por ciento de la resistencia a la tensión mínima especificada para el tipo de acero utilizado.

Los empalmes a base de algún dispositivo mecánico deben ser capaces de desarrollar por lo menos el 100 por ciento de la resistencia a la tensión mínima especificada para el tipo de acero utilizado en las varillas.

Se debe evitar que los empalmes mecánicos queden en la misma sección, procurando que disten entre sí no menos de 20 diámetros.

Empalme de varillas sujetas a compresión.

Cuando el empalme se hace por medio de traslape, la longitud del traslape, si la varilla es corrugada será de 20 diámetros para aceros con esfuerzo de fluencia de 2 300 kg/cm² y de 32 diámetros para aceros con esfuerzo de fluencia de 4200 kg/cm².

Las longitudes de traslape correspondientes a otros tipos de acero pueden obtenerse por medio de interpolación. Cuando la resistencia especificada del concreto F'_{C} , sea menor de 200 kg/cm², la longitud de traslape será un tercio mayor que los valores mencionados. Para varillas lisas el traslape mínimo será el doble del especificado para varillas corrugadas.

Podrán usarse empalmes soldados u otras conexiones en lugar de traslapes, siempre que se demuestre que transmiten el esfuerzo de compresión requerido.

Traslape de mallas.

Se deben evitar en lo posible los empalmes en regiones donde la malla está sujeta a esfuerzos superiores a la mitad del esfuerzo de fluencia. Cuando no se pueda evitar un empalme en estas condiciones, el traslape medido entre los alambres extremos de las mallas por empalmar será por lo menos igual a la separación entre varillas transversales, más 5 cm.

En regiones donde los alambres de la malla están sujetos a esfuerzos inferiores a la mitad de los de fluencia, el traslape medido entre alambres transversales debe ser de 5 cm como mínimo.

Mecánica del Suelo.

El tipo de suelo gobierna la estabilidad de la excavación. Por tal motivo se requiere que la clasificación del suelo se haga por una persona competente y que se instale equipo proyectivo adecuado antes de que los trabajadores entren en la excavación.



FIG. 23 SUELOS TIPO "A".

Los tipos de suelo incluyen:

Suelo tipo A:

Es un material blando o suelto que puede ser excavado con escropa de calidad adecuada para ser jalada con tractor de orugas. Este tipo de materiales considera suelos poco o nada cementados. Los materiales más comúnmente clasificados de este tipo son los suelos agrícolas, los limos y las arenas.

Suelo Tipo B:



FIG. 24 SUELOS TIPO "B".

Es el material que por su dificultad de extracción solo puede ser excavado eficientemente por tractor de orugas con cuchilla de inclinación variable o con pala mecánica sin el uso de explosivos. Los materiales más comúnmente clasificados son las rocas muy alteradas conglomerados mediamente cementados, areniscas blandas y tepetates.

Suelo Tipo C:

Es el material que por su dificultad de extracción solo puede ser excavado mediante el empleo de explosivos. entre los materiales clasificados se encuentran las rocas basálticas, las areniscas, conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas, granitos y andesitas sanas.



FIG. 25 SUELOS TIPO "C".

Existen también algunas correlaciones con

respecto a la prueba de penetración estándar, pero no son representativos cuando hay presencia de gravas o boleos.

Suministro de concreto.

Definición.

Es el resultado de la mezcla homogénea de grava, arena, cemento, agua y en caso necesario aditivos, debidamente dosificados, para obtener la resistencia y calidad requerida en el proyecto. La consistencia de la mezcla deberá permitir transportar, colocar y dar su acabado al concreto con suficiente facilidad sin que se segregue.

Tipos de concreto premezclado.

El concreto premezclado es un material que se fabrica en la planta de la empresa proveedora a través de sistemas dosificadores de alta precisión que realizan un mezclado altamente homogéneo mediante un mezclador central que puede ser de tipo vertical u



FIG. 26 TIPOS DE CONCRETO PREMEZCLADOS.

horizontal con diferentes configuraciones de hélices o paletas según el concreto deseado y su aplicación final. De acuerdo con lo que demande cada proyecto, el concreto será preparado en las plantas bajo especificaciones técnicas determinadas, que permitirán una mayor performance en la obra.

Para asegurar la calidad del concreto, éste debe producirse bajo estándares que cumplan con las normas nacionales e internacionales (RNE, NTP, ASTM, ACI, etc.).

Por su alta resistencia, se utiliza en la mayoría de los edificios, puentes, puertos, aeropuertos, centros educativos, hospitales, túneles y presas que se construyen en el país.

Este material no se debilita por la humedad, el moho o plagas. Las estructuras de concreto pueden soportar desastres naturales tales

como: terremotos. Un ejemplo claro son los edificios romanos con más de 1.500 años de antigüedad como El Coliseo, que aún continúa de pie a pesar de los años gracias a la resistencia y durabilidad del concreto.

Son muchas las ventajas que se tiene al construir con concreto, siendo una de ellas su alta resistencia al fuego, ya que este material forma una barrea altamente eficaz para la propagación del fuego. Si se compara con otros materiales de construcción, como el acero, el concreto resulta menos costoso de producir.

Otra de las principales ventajas, en la utilización de concreto premezclado, no es solo el exhaustivo control de calidad que se realiza en el producto final, sino el control de calidad realizado a cada uno de sus componentes (cemento, agregados, agua, aditivos), los cuales cumplen con los estándares y parámetros de las normas mencionadas anteriormente.



FIG. 27 COLOCACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO EN OBRA.

Capitulo III

Marco Metodológico.

Proceso constructivo.

Como se menciona anteriormente existe un canal dentro de las instalaciones, lo cual ya se ve superado por las precipitaciones pluviales. Para esta problemática se analizó cada detalle del contexto natural para poder realizar un nuevo canal con mayor área hidráulica lo cual ayudara a desfogar las precipitaciones que se presentan en el municipio.

Para poder plantear un proyecto el cual cumpla con todas las soluciones que se plantean en la problemática de esta investigación se debe empezar por conocer el proceso constructivo de la estrategia a plantear, como lo es el caso del canal hidráulico que a continuación se describe tal proceso:

Proceso Constructivo Para La Construcción Del Canal.

El siguiente proyecto se clasifica en los siguientes puntos, respetando la cronología respectiva conforme a su proceso constructivo.

1. Limpieza
2. Trazo y nivelación.
3. Excavaciones.
4. Rellenos.
5. Afine y compactación.
6. Cimbra.
7. Plantillas de desplante.
8. Habilitado de acero de refuerzo.
9. Suministro de concreto.
10. Juntas de unión.
11. Acabados.

Limpieza.

Ejecución.

El grado de dificultad, tiempo y mano de obra para ejecutar este concepto se determina dependiendo de las condiciones del terreno, en algunos casos hay que retirar troncos, piedras o elementos pesados, entre otros casos solamente basta con limpiar y llevar a cabo la actividad del “desenraice”



FIG. 28 LIMPIEZA DEL TERRENO.

Estos trabajos pueden hacerse a mano o por medios mecánicos, pueden contratar maquinaria para el retirar del terreno elementos que sean difícil retirar a mano, para elaborar este concepto hay que hacer un análisis a conciencia.

El tamaño de la vegetación existente, ya que no es el mismo en realizar la limpieza de maleza o pequeños arbustos, que limpiar o cortar arbustos de más de 1 metro de altura, es mucho mayor trabajo y con ello el rendimiento de la mano de obra se verá directamente afectado. En algunos casos del mismo terreno puede extraerse material para utilizarse más adelante de la obra, para ello se establece dentro del predio una “estación” o banco donde pueda colocarse el material.

Trazo y nivelación.

Ejecución.

Previo al inicio de los trabajos se ubicará los bancos de nivel que se emplearan como referencia topográfica proporcionados por el topógrafo. Se anexa plano (Fig. A) Así mismo previo al inicio de los trabajos de topografía se realizará limpieza del área.



FIG. 29 TRAZO Y NIVELACIÓN.

La cuadrilla del topógrafo que será formada por un Ingeniero Topógrafo y sus cadeneros, a continuación, se describen los pasos y las fases de cómo se realizarán los trabajos de topografía:

1.-Inicialmente se deberá corroborar la información general del área a la cual se deberá hacer el levantamiento topográfico con el fin de delimitar el área de trabajo y establecer claramente el tipo de información que será necesaria recabar en el levantamiento inicial del terreno.

2.-Una vez realizado el levantamiento del área se generará una base de datos y planos con la información capturada en las mediciones en campo, con la cual se podrán definir los lineamientos y procedimientos a seguir en el diseño del canal.

3.- Una vez hecho el traslado de los puntos en las inmediaciones del área de los trabajos se procederá a realizar el trazo y nivelación de la superficie que será afectada con el desarrollo de la obra; lo anterior a fin de poder asegurarse que la obra se apegue a las líneas y niveles de proyecto, debiendo formular nuevos planos. Norma: S.c.t. 3.01.02.023

Excavaciones.

Ejecución.

Antes de iniciar las actividades de excavación se deben investigar los sitios por donde cruzan las redes existentes de servicios, y hacer un estudio de las estructuras adyacentes al sitio del proyecto para determinar y evitar posibles daños causados por la ejecución de la obra, para la excavación en el apartado de anexos (FIG. C).

Las excavaciones deben ejecutarse con el mayor cuidado ya que hay construcciones cercanas, para asegurar la conservación y estabilidad de las mismas. Si los materiales encontrados en las cotas especificadas no son apropiados para el apoyo de las estructuras o canales, la excavación se debe llevar hasta la profundidad y llenarse con los materiales apropiados.



FIG. 30 EXCAVACIONES.

Las sobre excavaciones, que son el retiro y ablandamiento de materiales por fuera de los alineamientos o cotas indicadas en los planos, no son consideradas como parte de la actividad de excavación, al igual que los derrumbes. El cargue, retiro, disposición del material, lleno y compactación de las sobre excavaciones con material. Todos los materiales resultantes de la excavación, como: tuberías, cables, elementos prefabricados u otros, encontrados durante la



FIG. 31. EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO.

ejecución de la obra, no se puede disponer de estos sin su autorización previa del plantel. No se debe iniciar la ejecución de las excavaciones dentro de las instalaciones, mientras no se hayan obtenido los permisos correspondientes, los cuales deben ser tramitados teniendo en cuenta el programa de trabajo.

Cuando se realicen excavaciones en zonas pavimentadas no se debe mezclar el afirmado y el pavimento con los demás materiales resultantes de dicha actividad, con el fin de permitir su futura reutilización.

Las excavaciones con peligro de derrumbe deben ser entibadas apuntaladas o soportadas con el fin de garantizar la seguridad del personal y la estabilidad de las estructuras y terrenos adyacentes, de acuerdo con lo estipulado en la Norma y Especificación General de Construcción, “Estructuras temporales de contención (Entibados) en excavaciones”.

Se deben inspeccionar las excavaciones después de interrupciones prolongadas del trabajo, lluvias, desprendimiento de tierras o cualquier fenómeno que puede aumentar el peligro de accidentes.

Las excavaciones deben ejecutarse por métodos manuales o mecánicos. Si los materiales encontrados a las cotas especificadas no son apropiados para el apoyo de las estructuras o tuberías, con previo concepto del diseñador en los casos que se considere necesario, la excavación se debe llevar hasta la profundidad indicada.

Para excavaciones hasta 2,0 m de profundidad, a cada lado de la zanja, se debe dejar una faja mínima de 0,60 m de ancho libre de tierra excavada, escombros, tubos u otros materiales. Para profundidades mayores de 2,0 m, esta faja debe ser mínimo de 1,0 m de ancho.

Profundidad de zanja.

Las excavaciones se deben realizar hasta la profundidad indicada en los planos. Si para la excavación de zanjas se emplea equipo mecánico, estas deben realizarse hasta 0.20 m por encima de la profundidad indicada en los planos, y el resto se debe realizar manualmente, de forma cuidadosa, nivelando el fondo de la excavación.



FIG. 32 PROFUNDIDAD DE ZANJA.

Los fragmentos de roca encontrados durante la excavación y que sobresalgan del nivel inferior de esta, deben ser retirados, y la depresión resultante debe ser reemplazada con el material indicado por el diseñador. Además, las excavaciones realizadas en roca deben llevarse por lo menos 0,10 m por debajo de la cota indicada en los planos.

Las excavaciones están clasificadas en tres categorías según intervalos de profundidad, medidos desde la superficie original del terreno en el momento de la excavación:

- Categoría I: 0 m - 2,0 m
- Categoría II: 2,0 m - 5,0 m
- Categoría III: > 5.0 m

Excavaciones de apiques.

La excavación para formar el canal se efectuará de acuerdo a las secciones y niveles establecidos en el proyecto, la excavación se ejecutará de aguas abajo hacia aguas arriba de tal manera que se permita el drenaje natural de la misma, efectuando las obras auxiliares necesarias para realizar, dentro de límites económicos, la excavación en seco. En el caso en que no pueda drenarse la excavación por gravedad, el drenaje se ejecutará por bombeo.

El material suelto o inestable, así como toda la materia vegetal, se removerá para asegurar la estabilidad de la excavación y preservar las secciones que indique.

El material producto de la excavación, que no vaya a ser utilizado, se depositará en el sitio o banco de desperdicios que indique el proyecto o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impida el drenaje natural del terreno o que no invada cuerpos de agua, para favorecer el desarrollo de vegetación, según lo indique el proyecto.

La excavación se hará dejando una holgura de cincuenta (50) centímetros a cada lado del centro del canal, para permitir la compactación del material de relleno, hasta una profundidad de quince (15) centímetros mayores que la profundidad de desplante de los muros, para alojar la plantilla como se indica en la Fracción de esta Norma. Las paredes de la excavación se harán tan verticales como el terreno lo permita, Salvo que el proyecto indique otra cosa, en el caso de que en el fondo de la excavación se encuentre arcilla o limo de alta plasticidad (CHO MH) clasificados según el Manual M-MMP-1-02, Clasificación de Fragmentos de Roca y Suelo o material blando o suelto, la excavación, en todo su ancho, se profundizará adicionalmente otros veinte (20) centímetros, para alojar una capa de cimentación como se indica en la Fracción de esta Norma, capa sobre la que se desplantará la plantilla.

El fondo de la excavación en que se asiente el canal, estará exento de raíces, piedras salientes, oquedades u otras Irregularidades, conforme a lo indicado en la Norma N CTR CAR: 1-01-005. Excavación para Canales.

Excavaciones bajo condiciones de humedad.

Durante las excavaciones para la instalación de las canales, tuberías u otra estructura, la colocación de concretos o morteros, colocación de entresuelos, cimentaciones, y en general para todas las actividades propias del contrato, donde se requiera controlar las condiciones de humedad, se debe disponer de sistemas de



FIG. 33 EXCAVACIONES BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD.

drenaje o zanjas de infiltración temporales, para interceptar el agua que pueda afectar la ejecución de las actividades de excavación, de manera que no haya empozamiento del agua y deterioro de los materiales expuestos, y la ejecución de cada una de las actividades del contrato pueda desarrollarse bajo condiciones apropiadas de humedad.

Rellenos.

Mejoramiento del terreno.

Ejecución.

Se debe considerar las siguientes indicaciones:

En caso de que el material se seleccione con respecto a un banco, será responsable de demostrar que el material cumple con las características y los requisitos de

calidad señalados en el proyecto, con base en lo indicado en la Normas Oficiales Mexicanas y de realizar, cuando proceda, el estudio para su tratamiento mecánico y obtener la aprobación por parte del Residente.

Debido a que la sección del canal proyectado no es de gran amplitud por lo que se utilizara medios mecánicos para transportar y tender el material tales como retroexcavadoras para colocar estratégicamente el material y para la compactación se utilizaran apisonadores mecánicos para la compactación al 90% según prueba PROCTOR en capas de no mayor de 25 cm.

- **1.- Relleno principal:** es la altura de relleno por encima del relleno inicial, hasta alcanzar la rasante del terreno, incluyendo la posible calzada.
- **2.- Relleno inicial:** son los 30 cm de relleno sobre la clave de la tubería.
- **3.- Relleno lateral:** es la zona del relleno lateral de la tubería, comprendida entre el asiento y la generatriz superior de la tubería.
- **4.- Asiento:** parte del relleno que proporciona a la tubería el ángulo de apoyo previsto en proyecto.



FIG. 34 MEJORAMIENTO DEL

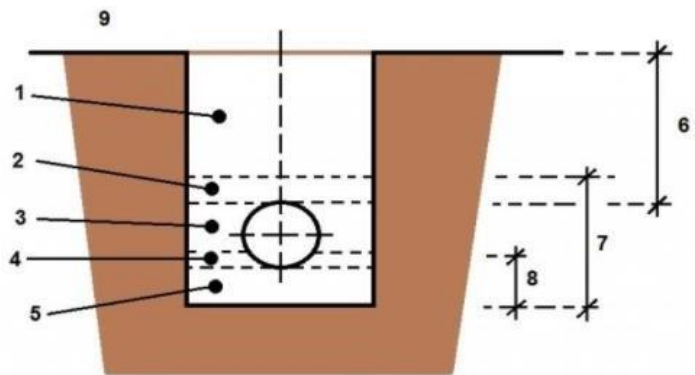


FIG. 35 EJECUCIÓN DE RELLENOS.

- **5.- Cama de apoyo:** es el relleno que se extiende en el fondo de la zanja para eliminar desigualdades en su base.
- **6.- Altura de relleno:** zona que cubre el tubo, desde su generatriz superior hasta la superficie de rodadura de la calzada.
- **7.- Recubrimiento:** zona de relleno alrededor y hasta 30 cm sobre la generatriz superior del tubo.
- **8.- Apoyo:** conjunto formado por la cama de apoyo y el asiento del tubo.
- **9.- Superficie del suelo.**

Afine y compactación.

Ejecución.

Previo al inicio de los trabajos de afine y compactación, se deberá verificar que esta corresponda a la señalada en los planos de proyecto. Los límites correspondientes a cada elemento serán los fijados en los planos de proyecto. Se afinará el fondo de la excavación.



FIG. 36 AFINE Y COMPACTACIÓN.

Para posteriormente, el material sobrante será cargado y retirado fuera del área de trabajo en sitio.

- a) Encalado e identificación de la zona a excavar.
- b) Afine, nivelación y compactación de fondo de excavación antes de realizar rellenos.
- c) Obras e instalaciones auxiliares, así como su retiro al término de los trabajos
- d) Limpieza permanente de las áreas de trabajo.
- e) Informe fotográfico antes, durante y una vez concluidos los trabajos.
- f) Todos los materiales, mano de obra, herramienta, equipo.

NORMA: S.C.T. 3.01.02.023

Cimbra.

Cimbra de contacto.

Como su nombre lo indica se encuentra directamente en contacto con el concreto, básicamente es el molde que contiene y forma al concreto de acuerdo con el diseño de la estructura. Se compone principalmente por paneles, charolas, tarimas, madera y moldes prefabricados.

Obra falsa.

Es aquella que está constituida por elementos que trabajan estructuralmente soportando la cimbra de contacto, los elementos generalmente utilizados son vigas maderas, vigas cargador, puntales o pies derechos y andamios, los cuales pueden ser de madera, acero o aluminio.



FIG. 37 CIMBRA.

Diseño de cimbra.

Cada cimbra debe ser diseñada especialmente de acuerdo a la obra donde se instalará; deberá estar avalada por un técnico competente.

Plantillas de desplante.

Ejecución.

Previo a la colocación del concreto, se coloca la cimbra de contacto necesaria para dar forma y contener el concreto fresco, en las líneas y dimensiones que marca el proyecto; evitando en todo momento la contaminación del concreto fresco.

La superficie donde se va a tender el concreto deberá estar húmeda con el objeto de que el concreto (con cantidad óptima de humedad), no pierda humedad en el contacto con una base seca; sin embargo, no debe haber exceso de agua.



FIG. 38 PLANTILLA DE DESPLANTE.

El concreto a utilizar será hecho en obra con revolvedora, obteniendo la resistencia especificada en proyecto. Los materiales a utilizar para la elaboración del concreto, den la calidad y resistencia requerida en proyecto, presentando previamente reportes de calidad de los materiales a suministrar. Teniendo el concreto preparado se procede a vaciarlo en el cimbrado.

Habilitado de acero de refuerzo.

Requisitos de ejecución.

Las operaciones necesarias para el habilitado, manejo y colocación del acero de refuerzo, deberán ser ejecutadas con los equipos necesarios y adecuados, apegándose estrictamente a las indicaciones de los planos de proyecto, y deberán seguirse las siguientes recomendaciones para la buena ejecución de los mismos.



FIG. 39 HABILITADO DE ACERO DE REFUERZO.

- El acero de refuerzo deberá llegar a la obra sin oxidación perjudicial de acuerdo a la Norma Mexicana vigente, exento de aceites, grasa, quiebres, escamas y deformaciones de la sección.
- El acero de refuerzo deberá almacenarse bajo cobertizos, clasificado según tipo y sección, y protegerse contra la humedad y alteración química.
- Se deberá disponer de las silletas, amarres y separadores que sean necesarios para garantizar la posición y recubrimientos estipulados del armado.
- Los amarres deberán hacerse con alambre recocado o con el tipo de sujeción que marque el proyecto.
- Todo el acero de refuerzo indicado en los planos de proyecto, tiene funciones específicas que desempeñar dentro de la estructura en conjunto, por lo que deberá verificarse estrictamente su posición, incluyendo estribos, acero por temperatura, etc.
- No se aceptarán modificaciones en la posición o diámetros de los armados sin autorización del proyectista y mediante croquis debidamente autorizados.

- El proyecto autorizará que el armado se efectuó agrupando las varillas en paquetes de 2 ó 3, según el caso, siempre y cuando no se disminuya la adherencia teórica del acero con el concreto, ni se presenten cambios estructurales.
- Las varillas deberán amarrarse en todas sus intersecciones, excepto cuando el espacio entre ellas sea menor de 30 cm en cada dirección, en cualquier caso, las intersecciones alternadas deberán estar sujetas.
- La separación mínima entre superficies de varillas o paquetes será de 2.5 cm o el diámetro de la varilla mayor, y nunca menor al del tamaño máximo del agregado pétreo del concreto hidráulico.
- Para elementos estructurales precolados sujetos a movimientos posteriores, se colocarán los ganchos de izaje en la posición indicada en los planos del proyecto.

Suministro de concreto.

Alcances.

El concepto de elaboración y colocación de concreto hidráulico de acuerdo con la resistencia, tipo de cemento y tamaño máximo del agregado indicados en el proyecto y con base en el lugar de su elaboración, comprende los siguientes:

Concreto fabricado en obra: Que incluye lo correspondiente a adquisición de

agregados fino y grueso o en casos especiales desmante y despilme de bancos y extracción de agregados, adquisición y acarreo libre de agua, adquisición y transporte del cemento al lugar de obra; almacenamiento y manejo en la obra de los distintos materiales que se utilicen; trituración, cribado o lavado de los agregados; mezclado y transporte

Concreto premezclado:

Que incluye adquisición y suministro del concreto con las características de proyecto, acarreos y transporte a los elementos estructurales (concreto bombeado cuando se haya autorizado previamente).



FIG. 40 SUMINISTRÓ DE CONCRETO.

Tomando como base el lugar de su elaboración, el concreto hidráulico se clasifica en la siguiente forma:

- Concreto fabricado en obra.
- Concreto premezclado.

Materiales.

Los materiales que se emplean en la fabricación del concreto hidráulico son los siguientes:

Cemento hidráulico.

El cemento a utilizar para la elaboración del concreto será preferentemente Portland, de marca aprobada oficialmente, el cual deberá cumplir lo especificado en las normas NMX-C-414-1999-ONNCCE. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se emplearán los denominados CPO (Cemento Portland Ordinario), CPP (Cemento Portland Puzolánico) y CPC (Cemento Portland Compuesto), dependiendo del caso y con sub clasificaciones 30R, 40 y 40R.

Es importante que se cumpla respectivamente con los requisitos físicos y químicos que se señalan en las cláusulas 4.01.02.004-B y 4.01.02.004-C de las Normas de Calidad de los Materiales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

El cemento en sacos se deberá almacenar en sitios secos y aislados del suelo, en acopios de no más de 3 metros (3 m) de altura.

Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en silos aislados de la humedad. La capacidad mínima de almacenamiento deberá ser la suficiente para el consumo de un día o una jornada de producción normal.



FIG. 41 COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO.

Todo cemento que tenga más de dos (2) meses de almacenamiento en sacos o tres (3) en silos, deberá ser examinado por el Supervisor de la obra, de acuerdo a la norma correspondiente, para verificar si aún es susceptible de utilización.

Agregados (arena, grava, agua).

Agregados: materiales naturales procesados o materiales manufacturados que se mezclan con cementantes para hacer morteros o concretos.

Estos materiales se sujetarán al tratamiento necesario para cumplir con los requisitos de calidad que se indican en la NMX-C-111 vigente “Agregados para concreto”



FIG. 42 AGREGADOS GRUESOS Y FINOS.

El manejo y/o almacenamiento subsecuente de los agregados deberá hacerse de tal manera que se eviten segregaciones o contaminaciones con sustancias u otros materiales perjudiciales; se debe mantener una condición de humedad uniforme, antes de ser utilizados en la mezcla.

Agregado grueso.

Material conocido como grava que es retenido por la criba 4.75 mm (No. 4) y que pasa por la criba 90 mm (3 ½”) constituida por material de cantos rodados, triturados o procesados, rocas trituradas, escoria de alto horno, escoria volcánica, concreto reciclado o una combinación de ellos.

El tamaño máximo del agregado será de 38 mm (1 ½”).

Agregado fino.

Material conocido como arena, que pasa por la criba 4.75 mm (No. 4) y se retiene en la criba 0.075 mm (No. 200).



FIG. 43 AGREGADOS

La arena deberá estar dentro de la zona que establece la norma vigente, excepto en los siguientes casos:

Cuando se tengan antecedentes de comportamientos aceptables en el concreto elaborado con ellas, o bien, que los resultados de las pruebas realizadas a estos concretos sean satisfactorios; en este caso, los agregados se pueden usar siempre que se haga el ajuste apropiado al proporcionamiento del concreto, para compensar las deficiencias en la granulometría.

Agua.

El agua que se empleó en la fabricación del concreto deberá cumplir con la norma NMX-C-122, debe ser potable, y, por lo tanto, estar libre de materiales perjudiciales tales como aceites, grasas, materia orgánica, etc. En general, se considera adecuada el agua que sea apta para el consumo humano. El pH, medido



FIG. 44 AGUA.

según norma ASTM D-1293, no podrá ser inferior a cinco (5) El contenido de sulfatos, expresado como SO_4 , no podrá ser mayor de un gramo por litro (g/l). Su determinación se hará de acuerdo con la norma ASTM D-516. Su contenido de ion cloro, determinado según norma ASTM D-512, no podrá exceder de seis gramos por litro (6 g/l)

Tipos de concretos fabricados en obra.

Procedimiento.

Se toma una superficie adecuada y se cubre con una manta de concreto, nivelado y perfectamente aplanado, en donde posteriormente se mezclará todo tipo de concreto. Primero se vacía sobre la superficie la arena, y se agrega el cemento dando la posibilidad de comenzar arealizar

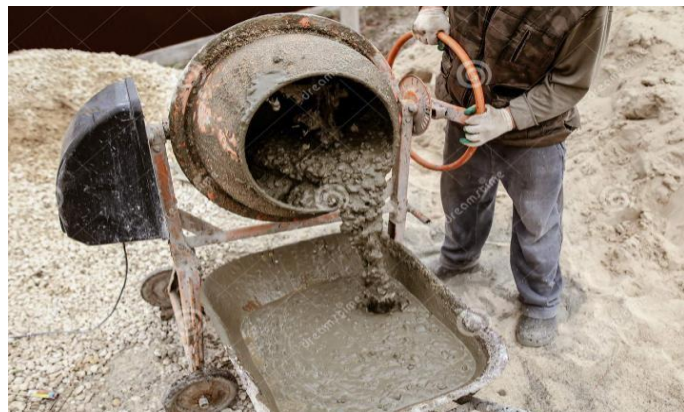


FIG. 45 TIPOS DE CONCRETOS FABRICADOS EN OBRA.

la mezcla con los materiales adecuados. Se deben mezclar hasta obtener un color uniforme, que por lo general se da luego de unas 2 o 3 vueltas.

Una vez tenemos la arena y el cemento hechos una sola mezcla, debemos extender la misma y colocamos el agregado grueso y se procede a colocar de manera que quede una capa consistente y bien mezclada, y por el medio preferiblemente se le abrirá un hoyo donde posteriormente añadiremos una cantidad adecuada de agua.

Para terminar el concreto hecho en obra, derrumbamos las paredes que quedaron una vez abrimos el hoyo, y las mezclamos de un lado a otro constantemente hasta que veamos que el resultado presenta un color uniforme.

Ten en cuenta que luego de cierto tiempo (20 a 30 minutos) la mezcla comenzara a endurecer, por lo que debes hacer uso de la misma lo más rápido posible. Una vez se endurezca no deberás darle uso. Como veras obtener concreto hecho en obra es una tarea muy sencilla de realizar, que nos puede ayudar a terminar grandes obras.

Concreto premezclado.

Procedimiento.

El empleo de materia primas de calidad, no contaminadas y correctamente almacenadas, son esenciales para la calidad del concreto. Una mezcla bien diseñada reduce costos; garantiza la trabajabilidad en estado fresco y la resistencia durabilidad en estado endurecido.

Una vez que el concreto ha sido elaborado, éste debe ser transportado lo más rápido posible en el mixer hasta la obra. El transporte deberá efectuarse en un tiempo prudente, con los equipos y procedimientos adecuados para mantener su homogeneidad y características, desde el lugar de fabricación hasta el lugar de colocación final, incluyendo su vaciado.

Cabe indicar que los tiempos pueden aumentarse si se usan aditivos especiales, de tal forma que el concreto mantenga la docilidad especificada sin agregar más agua.

Un concreto bien diseñado, bien vaciado y ejecutado garantizará una mejor transmisión de cargas hacia el terreno. Los expertos indican que a la hora del vaciado del concreto se debe tener cuidado de que no se produzcan nidos de piedras, que evitan que la mezcla se distribuya de manera

homogénea. Asimismo, es necesario vibrar la mezcla para evitar las burbujas de aire que impidan que los microcristales de cemento puedan acoplarse de manera exitosa al agua; etc.

La protección y curado del concreto deberá efectuarse durante el periodo inicial de endurecimiento con los procedimientos y materiales adecuados para mantener el material vertido en un ambiente saturado, evitando la pérdida de agua; y evitar cambios bruscos de la T° del concreto.

Se puede utilizar, también, membranas de curado, lloviznas tenues de agua, o cualquier material que retenga la humedad sin dañar la superficie del concreto. El retiro del encofrado debe iniciarse solo cuando el concreto haya endurecido lo suficiente para evitar daños que pudieran producirse durante las operaciones de desmolde.

Si el concreto es deficiente, refieren los especialistas, estalla, se desgrana, se quiebra, se desmenuza y con el tiempo se comienza a ver los fierros de la estructura, los cuales sin hormigón que los aprisione y los mantenga en su sitio, comenzarán a trabajar a compresión, y al no estar preparados para eso se doblan y ceden.

Según el diseño de la mezcla para su elaboración, el concreto premezclado puede ser de resistencia normal o rápida.

Por el tamaño máximo del agregado grueso empleado en la fabricación del concreto, de acuerdo con el proyecto, este podrá ser de 3/4" (19.05 mm) o 1 1/2" (38.1 mm). En casos especiales, por requerimientos del proyecto, podrá emplearse otro tamaño máximo del agregado, (que no sea uno de los enunciados en el párrafo anterior). Se estudiará su factibilidad y en caso de proceder, se autorizará por escrito por parte de un representante de la Dirección, al mismo tiempo se analizarán los precios unitarios correspondientes.

La resistencia del concreto será especificada por el proyecto. Para elementos sometidos a compresión se usará $f'c$ y en pavimentos, la resistencia al módulo de ruptura (MR). La consistencia de la mezcla será la requerida en el proyecto y su resistencia deberá cumplir con los requisitos de la NMX-C-155-vigente.

Clasificación de los concretos.

Concreto ciclópeo: Este tipo de concreto se emplea en cimentaciones y sobre cimientos.

Concreto simple: Este elemento se emplea para construir distintos tipos de estructuras, como autopistas, calles, puentes, túneles, pistas de aterrizaje, sistemas de riego y canalización, rompeolas, embarcaderos y muelles, aceras, etc.

Concreto armado: Estos es un caso diferente, ya que en este tipo se coloca fierro de construcción para conseguir que ambos materiales trabajen conjuntamente para soportar cargas. Por lo general se usa para vaciar columnas, vigas y techos.

Cabe indicar que el uso de concreto premezclado además de ser garantía de calidad y cumplimiento de especificaciones técnicas, brinda grandes beneficios al productor como reducción de costos y mayor eficiencia en materias primas, mejoras de eficiencia energética y menores costos por mantenimientos.

Requisitos de ejecución y aplicación para la elaboración del concreto.

Los trabajos de concreto hidráulico comprenden todas las operaciones siguientes:

- Fabricación o suministro
- Colocación
- Compactación
- Acabado y juntas
- Curado
- Muestreo

Fabricación: Con objeto de garantizar la calidad del concreto elaborado en obra, se deberá cumplir con lo indicado en la NMX-C-155 vigente “Especificaciones para concreto hidráulico”:

Para el mezclado del concreto se usará revolvedora o trompo, en buen estado de funcionalidad. En colados de elementos estructurales, por ningún motivo se permitirá realizar el mezclado en forma manual. Sólo se permitirá efectuar el mezclado en forma manual en colados de volúmenes muy pequeños, previa autorización por escrito de la Dirección. En este caso se tendrá cuidado de realizar la mezcla en lugares libres de contaminación.

Suministro: El concreto premezclado se suministrará a la obra con la consistencia de proyecto; ésta se determinará por medio de la prueba de revenimiento, la cual deberá realizarse en un tiempo que no exceda de 15 minutos a partir del momento en que se inicia la descarga del concreto.

Para realizar la prueba de revenimiento deberá cumplirse lo indicado en la NMX-C-156 vigente “Determinación del Revenimiento”

TABLA 3. TONELADAS APLICABLES EN LA PRUEBA DE REVENIMIENTO
SEGÚN LA NMX-C-155.

REVENIMIENTO ESPECIFICADO CMS.	TOLERANCIA CMS
MENOS DE 5.0	+ 1.5
ENTRE 5.0 Y 10.0	+ 2.5
MÁS DE 10.0	+ 3.5

Si al medir el revenimiento se encuentra que no cumple con las tolerancias especificadas, debe hacerse una segunda prueba inmediatamente con otra porción de la misma muestra o de otra muestra de la misma entrega. Si esta segunda prueba tampoco cumple, debe considerarse que el concreto no ha cumplido con el revenimiento especificado.

Esta anomalía debe notificarse al constructor para rechazar el concreto; si éste insiste en usarlo, deberá firmar la remisión correspondiente y la responsabilidad pasa a ser suya, por lo que es recomendable anotar la localización exacta del lugar o elemento en que se colocó este concreto.

Colocación del concreto.

Un aspecto muy importante para obtener estructuras de concreto homogéneas, impermeables y resistentes, es la colocación y compactación del concreto empleado en la construcción de las mismas. Para lograr resultados satisfactorios, el concreto deberá tener la consistencia, trabajabilidad y tamaño máximo de los agregados adecuados a las condiciones bajo las cuales se colocará, tales como: forma y tamaño de los elementos estructurales; espaciamiento de las varillas de refuerzo, recubrimientos y otros detalles que se relacionan con el llenado rápido de las cimbras, datos que deberán ser estipulados en el proyecto.

En forma general los requisitos básicos para lograr la colocación correcta del concreto en todos los elementos estructurales son los siguientes:

- Deberá seleccionarse el equipo y el método de colocación, basados en las características particulares de los elementos estructurales por colar, de tal manera que el concreto pueda consolidarse fácilmente después de depositarse.
- Se programará perfectamente el surtido del concreto y la colocación, de tal manera, que la obra se mantenga libre de juntas frías.
- Todo concreto que haya perdido su trabajabilidad y no se haya colocado, se desechará, ya sea que se encuentre en camión revolvedor, en trompo o en artesa.
- En condiciones normales el concreto empieza a perder su trabajabilidad después de 45 minutos de haberse mezclado, sin embargo, hay otros factores que influyen en la trabajabilidad: La riqueza de la mezcla, el tipo de cemento, los aditivos para el concreto y la temperatura ambiente.
- No se permitirá que el concreto corra o deslice a través de la cimbra en pendientes. La colocación del concreto en una pendiente deberá principiar en el extremo inferior y progresar hacia arriba, aumentándose con esto su compactación.
- Una consideración muy importante en el manejo y colocación del concreto es la de evitar la segregación o separación del agregado grueso del concreto, ya que esta es causa de serios defectos en el acabado de la obra.
- Cualquiera que sea el modo de la calidad en la cimbra, en una tolva o cubo, la porción final de la caída del concreto debe ser vertical y a una altura no mayor de 1.00 m y sin interferencia, si es que se quiere evitar la segregación.

- Para proteger los tirantes, los espaciadores, los aditamentos ahogados y las superficies de las cimbras y para prevenir desplazamientos del acero de refuerzo, el concreto que caiga a la cimbra en donde pueda dañar esas piezas, deberá conducirse con un canalón de caída introducido convenientemente en el elemento por colar.
- No deberá permitirse la colocación del concreto cuando la temperatura ambiente sea inferior a los 5° C (cinco grados centígrados).

A continuación, se darán detalles particulares de la colocación para los elementos estructurales siguientes:

Colocación del concreto en muros de contención: En casos difíciles de colocación como en muros reforzados profundos y estrechos, se pueden obtener buenos resultados formando ductos de caída del concreto con montones de 15 cm. Estos ductos deben entrar a la cimbra a través de ventanas o compuertas a intervalos verticales no mayores de 1.20 m desde el nivel de desplante del concreto. Se formará una bolsa en el fondo del ducto de cada abertura de la cimbra, de tal manera, que el concreto se detenga y fluya fácilmente sin segregarse. Deberá contarse con un vibrador interno a cada lado de la abertura por donde el concreto entra a la cimbra.

Colocación del concreto en pilas y columnas: Con objeto de evitar la segregación por caída libre de alturas no convenientes, para la colocación del concreto en estos elementos será necesario el uso de mangueras o tubos no menores de 15 cm de diámetro que lo depositen en el fondo y lo acomoden en capas horizontales sucesivas que faciliten la homogeneidad del concreto.

Colocación del concreto en losas: Para la colocación del concreto en losas se deberá tener cuidado de que el vaciado se efectúe atrás del concreto ya colocado y no avanzar sobre él.

Debido a que el transporte del concreto es una acción complementaria en el proceso constructivo de la colocación del concreto, no se hará una mención especial sobre este aspecto, únicamente se aclarará lo siguiente:

Cualquier sistema de transporte y colocación de concreto que no sea descarga directa, como: Bomba, banda transportadora, trompa de elefante, grúa, etc., deberá ser autorizado previamente por la Dirección.

Concreto bombeado: En el caso de que se utilice una bomba para la colocación del concreto, éste tendrá las siguientes características:

- 1) De preferencia será premezclado o deberá contarse en la obra con una planta mezcladora, que cumpla con la demanda requerida.
- 2) El concreto deberá estar perfectamente mezclado antes de alimentar la bomba. De ser necesario se llevará a cabo el premezclado en una tolva por medio de un agitador.
- 3) La mezcla para bombeo deberá tener la humedad adecuada para obtener un revenimiento de 18.0 cm con tolerancia de 3.5 cm de más o menos.
- 4) Los contenidos de agregado grueso en las mezclas para bombeo deberán cumplir con una granulometría tal que permita un contenido bajo de vacíos.
- 5) Cuando sea indispensable incluir aire al concreto se permitirá solamente el bombeo a través de distancias de 45m como máximo.
- 6) Al principio de cada periodo de bombeo las tuberías deben lubricarse con mortero, a razón de 0.250 m³ por cada 100 m de tubería de 15.0 cm de diámetro.

Compactación del concreto.

El objeto de la compactación en el concreto es eliminar la totalidad del aire atrapado, ya que no es conveniente dejar huecos que afecten la resistencia del concreto y otras propiedades.

La vibración es el método más efectivo para obtener la compactación del concreto recién colocado, por sus ventajas y efectividad comprobadas, la Dirección exigirá el uso general de vibradores para ese fin.



FIG. 46 COMPACTACIÓN DEL CONCRETO.

Para lograr compactaciones aceptables en el concreto recién colocado, se deberán seguir las recomendaciones siguientes:

- El equipo para vibrado debe tener potencia adecuada; ser de alta frecuencia (7000 r.p.m.), resistente y confiable.
- Se tendrá a la mano las unidades suficientes y repuestos necesarios, proporcionándoles servicios de mantenimiento sistemático.
- El personal encargado de la operación de los vibradores deberá estar debidamente preparado.
- Los vibradores se insertarán verticalmente y se extraerán durante periodos de 5 a 15 segundos, esto es más recomendable que la inserción a intervalos más amplios durante periodos mayores.
- Cuando la vibración se lleve a cabo correctamente, no es necesaria la consolidación del concreto con paleta u otro tipo.
- Es recomendable que la separación entre penetración y penetración de vibrador de chicotes sea entre 40 y 60 cm entre sí.
- En las esquinas, obstrucciones, zonas bloqueadas, zonas de refuerzo congestionado, abajo de ventanas y en cualquier parte que la buena compactación sea dudosa, se obtendrán buenos resultados adicionando a la vibración normal, vibradores de cimbra. En estos casos se usarán vibradores con las dimensiones adecuadas en cuanto a diámetros de cabeza y longitudes de alcance.

El equipo para vibrado más recomendable es el siguiente:

a) Vibradores de inmersión.

Los vibradores internos, llamados comúnmente vibradores de corto alcance o de chicote, tienen una cabeza vibradora que se sumerge y actúa directamente contra el concreto.



FIG. 47. VIBRADOR DE INMERSIÓN.

b) Vibradores de cimbra.

Son vibradores externos que se sujetan a la parte exterior de la cimbra o molde. Estos normalmente vibran a la cimbra, que a su vez transmite dicha vibración al concreto.

c) Vibradores de superficie.

Los vibradores de superficie ejercen sus efectos directamente a la superficie, compactando al concreto de arriba hacia abajo, además su efecto nivelador contribuye notablemente al acabado. Estos vibradores se deben utilizar normalmente en losas, pavimentos, pisos, banquetas, etc. Entre los vibradores de superficie se pueden mencionar los siguientes: Regla vibratoria, vibrador del tipo bandeja, compactadores de placa o rejilla y vibradores de rodillos.

Acabado.

Todas las estructuras de concreto una vez descimbradas, deberán tener el acabado especificado de acuerdo con el proyecto, que en términos generales deberá cumplir con los siguientes requisitos:



FIG. 48 ACABADO DE CONCRETO

- Geometría de acuerdo con el proyecto: cotas, niveles, pendientes, dimensiones etc.
- Libre de bordos.
- Vaciado del concreto correcto, libre de zonas porosas.
- En zonas no visibles acabado común.
- En zonas visibles acabado aparente de acuerdo con el proyecto y lo solicitado.
- En losas de puentes el acabado será rugoso, pero tendrá las cotas de proyecto para alojar la capa de rodamiento con espesor uniforme.
- Deberá tenerse especial cuidado en goteras y biseles, evitando en todo lo posible afectar las aristas.
- En losas el acabado será escobillado.

Para lograr acabados satisfactorios en las estructuras de concreto, debe conjuntarse la buena ejecución y calidad de las cimbras, armado, colocación del concreto, compactación, curado del concreto y descimbrado en el tiempo adecuado.

Juntas.

Las juntas de contracción son espacios vacíos practicados en la estructura de hormigón para romper su carácter monolítico y, de este modo, permitir y facilitar su libre movimiento, debido a las variaciones de la masa de concreto, con el fin de evitar la formación de grietas. Al mismo tiempo, la junta de contracción debe impedir el paso del agua a través de la misma, o sea, ser impermeable.

Los cambios volumétricos de la masa de hormigón se producen por dos causas distintas: los efectos del fraguado y los cambios de la temperatura ambiente. Los efectos de fraguado tienen solamente un carácter temporal, ya que no se repiten al terminar, prácticamente, el proceso de fraguado. Los cambios de la temperatura ambiente tienen, por el contrario, un carácter permanente.

La forma y disposición de las juntas depende del tipo de sección transversal usado y del método constructivo usado en el canal (molde o deslizante o paños alternados).



FIG. 49 JUNTAS

Denominación y clasificación de las juntas.

La característica más destacada y de mayor importancia de una junta de contracción reside en que su anchura se halla sujeta a un cambio constante, se estrecha o se ensancha continuamente de acuerdo con la temperatura ambiente.

Tipos de juntas de contracción.

El tipo de la junta de contracción depende, naturalmente, del procedimiento previsto para el sellado impermeable de su espacio vacío.

Preparación y corte de las juntas para la aplicación de material sellante.

- Las juntas deben ser cortadas a disco
- las caras deben quedar siempre paralelas
- importante no olvidar relación ancho - profundidad

Limpieza de juntas.

- No utilizar pulverizador de espalda.
- Use compresor de aire de gran potencia.

Colocación del respaldo.

Evite que el sello sobresalga quede a nivel del pavimento



FIG. 50 LIMPIEZA DE JUNTAS.

Importante: La colocación del sellante debe quedar bajo el nivel del pavimento, el respaldo no debe presentar pliegues o curvaturas

Colocación del imprimante cuando se especifica.

- Evite colocar el imprimante en forma dispareja y discontinua
- La colocación del imprimante debe ser pareja y mojar ambas caras

Tipos de juntas.

- 1.- Juntas De Construcción
- 2.- Juntas Transversales De Contracción
- 3.- Juntas Longitudinales De Contracción.
- 4.- Juntas De Expansión.

Para este tipo de proyecto debido a su complejidad solo se utilizará la Junta de construcción y junta de expansión.

- Juntas de construcción.

Se ubican en cualquier lugar apropiado durante la construcción (interrupción del trabajo).

Usualmente se hace coincidir con una junta transversal, longitudinal o de expansión.

- Juntas De Expansión.

No requieren ordenamiento exacto, sino que se colocan cuando el revestimiento se une con la estructura fijas. En el caso de juntas de contracción y construcción no hay prácticamente diferencia entre ambas, y por lo tanto se hacen coincidir.

Mientras que las juntas de dilación tienen mayor espesor que las juntas de contracción.

Para el caso de hormigón por paños alternados todas las juntas son iguales, no hay diferencia entre ellas.

- **Mezclas de concreto.**

Las proporciones varían de acuerdo a la resistencia y a la compresión ($f'c$). esta resistencia dependerá del tipo de la obra. Se trabaja generalmente con concretos de 140; 175; 210 Kg/cm²; otros pueden ser más alta resistencia.

- **Mecánica de suelos aplicada a canales.**

Este campo es sumamente importante como auxiliar para el diseño de un canal, la que nos permita tener un conocimiento claro del comportamiento de los suelos por los que atraviesa el canal.

Básicamente existente 3 niveles de estudio en las que en forma conjunta debe intervenir.

El ingeniero especialista en irrigación.

El especialista en mecánica de suelo.

El geólogo, de las conclusiones a que lleguen dependerá el diseño definitivo del canal.

- **Curado del concreto hidráulico**

El procedimiento mediante el cual se evita la pérdida del agua del fraguado de un elemento de concreto por evaporación, se le denomina curado de concreto. Un buen curado permite la completa hidratación del cemento, y debe dársele especial atención por tratarse de un factor de gran importancia para la resistencia y durabilidad del concreto.

Los procedimientos más usuales para el curado del concreto son los siguientes:

- **Membrana impermeable.**

Se recomienda para cualquier superficie vertical, inclinada y horizontal, en que no puedan aplicarse los métodos de curado húmedo. Se aplicará sobre la superficie del concreto después de haberle dado su acabado o después de remover las cimbras, procediendo a cubrirla con una membrana impermeable de algún producto que cumpla con la especificación ASTM-C-309.

Cuando se trate de caras cimbradas, las superficies del concreto deberán humedecerse inmediatamente después del descimbrado y las membranas se aplicarán cuando no quede agua sobre la superficie por curar.

Deberá mantenerse esta membrana en buenas condiciones cuando menos durante los 5 días posteriores al colado. En caso de dañarse, deberá ser repuesta las veces que sea necesario.

Las membranas que se deben utilizar son a base de agua y de color blanco.

- Métodos húmedos

Se recomienda para superficies horizontales o con poca pendiente, manteniendo la superficie del elemento húmedo cuando menos 5 días posteriores al colado, por cualquiera de los métodos siguientes:

- Lámina de agua: Se formará un tirante de agua de 4 a 5 cm., retenido con bordos de arcilla
- Riego de agua: Consistente en aplicar riegos de agua sobre la superficie del concreto continuamente.
- Arena húmeda: Se coloca una cama de arena de un espesor aproximado de 5 cm sobre la superficie del concreto, procediendo a aplicarle riegos de agua, éstos pueden ser continuos mediante aspersores o regar cada vez que se observe pérdida de humedad en la superficie de la arena
- Con tela de yute: Se colocarán 4 capas de telas de yute, manteniéndolas constantemente humedecidas con el mismo procedimiento anterior.

Muestreo del concreto.

La resistencia del concreto se considera, por lo general, como su propiedad más valiosa, aunque en muchos casos prácticos otras de sus características, como la durabilidad o la impermeabilidad, pueden resultar más importantes. No obstante, la resistencia ofrece un panorama general de la calidad del concreto, que debe ser avalada mediante



FIG. 51 MUESTREO DE CONCRETO.

pruebas de laboratorio, servicio que deberá proporcionar el constructor con una empresa del ramo de control de calidad.

El muestreo del concreto es el procedimiento más importante dentro de todo el proceso de pruebas del concreto, ya que, si la muestra no es representativa y confiable, todos los pasos que siguen al muestreo se verán seriamente afectados, aunque al desarrollarlos se cumpla con los requerimientos establecidos en las Normas.

El muestreo, la prueba de revenimiento, el curado y el ensaye, se realizarán de acuerdo con los requisitos estipulados en las siguientes especificaciones de la Norma Oficial Mexicana:

NMX-C-155-Vigente	“Concreto hidráulico”
NMX-C-161-Vigente	“Muestreo del concreto fresco”
NMX-C-156-Vigente	“Determinación de revenimiento del concreto fresco”
NMX-C-159-Vigente	“Elaboración y curado en el laboratorio de especímenes de concreto”
NMX-C-160-Vigente	“Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto”

Cuando las resistencias de los concretos no hayan cumplido con los requisitos señalados en la NMX-C- 155-Vigente, el ingeniero puede recurrir a la extracción de núcleos de concreto endurecido, para lo cual deberá ponerse de acuerdo con un representante, y se sujetará a los siguientes requisitos:

- Se tomará una muestra constituida por 3 corazones de concreto por cada elemento de resistencia baja. La extracción, el curado y los factores de corrección por esbeltez serán de acuerdo con lo establecido en la NMX-C-169-Vigente “Obtención y prueba de corazones y vigas extraídos de concreto endurecido”.
- A menos que se llegue a otro acuerdo, los concretos que en las pruebas de corazones tengan un promedio de 85% de la resistencia de proyecto, son aceptables en cuanto a la calidad del concreto (Reglamento de las construcciones de concreto reforzado ACI-318-vigente).
- Las decisiones sobre lo que deba hacerse en casos de resistencias bajas de las pruebas de corazones, como: demoler, reforzar o deducir, quedará a juicio de la supervisión y de los responsables del proyecto.

Técnicas de reforzamiento de estructuras construidas de concreto que presentan deficiencias estructurales dentro del plantel.

Dentro del plantel existen aulas que, aunque se han presentado toda clase de problemas, se han mantenido operables, sin embargo, con el paso del tiempo esta ventaja será contraproducente debido a que no se ha implementado técnicas de reforzamiento que permita alargar la durabilidad del inmueble. En este capítulo se presentarán técnicas que se han recopilado de bibliografías, experiencias y análisis de los casos más comunes de fallas estructurales.

El proyecto Técnicas de reforzamiento de estructuras construidas de concreto que presentan deficiencias estructurales tiene como finalidad evitar demoliciones innecesarias en elementos de concreto que carezcan de la resistencia diseñada o donde el acero mínimo no fue colocado, mediante la implementación de obras complementarias.

La recopilación de información se hizo por medio de la experiencia en el campo, en el reforzamiento de obras, datos aportados por el profesor guía, consultas a ingenieros en construcción, generando cinco grupos de aplicación: cimientos, columnas, vigas, losas y muros.

Las limitaciones de este proyecto son varias y entre las cuales se pueden mencionar que las técnicas se pueden aplicar a obras de pequeño y mediano tamaño, de uno y máximo dos niveles de altura.

Los resultados obtenidos demuestran que obras mal construidas y que por una falta de información en la mayoría de los casos serían demolidas. Sin embargo, con las técnicas aplicadas correctamente se pueden lograr los estándares de diseño o hasta superar la capacidad de cada elemento.

De esta manera el fin último del proyecto es proponer herramientas que eviten las demoliciones que impactan de manera negativa en el costo de la obra, proyección del tiempo de entrega, contaminación del ambiente por generar basura y escombros, mala imagen del profesional o empresa constructora.

El objetivo principal fue determinar las Técnicas de reforzamiento de estructuras de concreto, logrando desglosar en cinco grupos dichas técnicas, los detalles se pueden localizar en el anexo, (FIG. B)

- Técnicas de reforzamiento para cimientos.
- Técnicas de reforzamiento para columnas de concreto.
- Técnicas de reforzamiento para muros en mampostería.
- Técnicas de reforzamiento para vigas de concreto.
- Técnicas de reforzamiento para losas.

Para lograr la correcta aplicación de estas técnicas, fue necesario generar una secuencia de actividades, basadas en la recopilación de información de experiencias en campo y de los productos presentes en el mercado, que mejoren ciertas cualidades, como son: la adherencia entre concretos y la resistencia. Para los cimientos, se aplicó la técnica de reforzamiento



FIG. 52 SECCIONES DE CONCRETO COLOCADAS DE MANERA TRANSVERSAL.

por medio de secciones transversales al mismo, denominadas “costillas”. Dicha técnica consiste en secciones de concreto colocadas de manera transversal al cimiento, para mejorar su

comportamiento ante las deflexiones. (Ver Fig. 52).

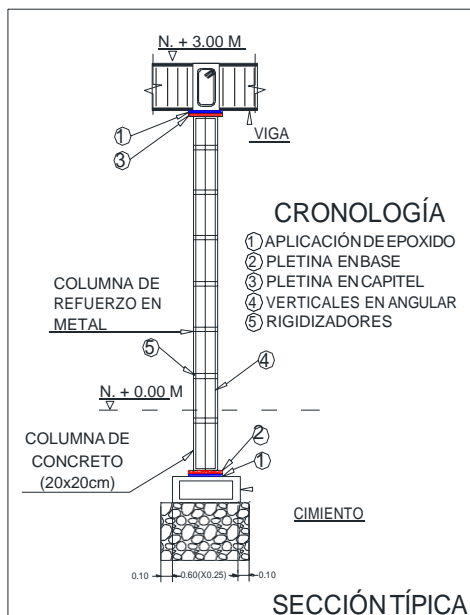


FIG. 53 VISTA EN ALZADO DE LA COLUMNA.

Reforzamiento por medio de secciones transversales al mismo, denominadas “costillas”. Dicha técnica consiste en secciones de concreto colocadas de manera transversal al cimiento, para mejorar su comportamiento ante las deflexiones.

Otra técnica para cimientos, que presentan problemas debido a la capacidad de soporte del suelo, es la inyección de concreto por debajo de las zonas afectadas.

Para las columnas se plantearon tres opciones, la primera consiste en un encamisado de acero por medio de una columna metálica complementaria, que debe soportar un porcentaje de la carga axial que depende de la columna de concreto actual. Este tipo de reforzamiento es poco atractivo ya que afecta la

apariciencia arquitectónica de la construcción, y por lo general se forra para evitar que el encamisado y sus refuerzos sean observados. En la base de la nueva columna metálica se instala una pletina que estará en contacto directo con el cimiento y transmitirá toda la carga, por lo que se debe revisar el efecto del aplastamiento en el concreto. Caso similar al que se da en el capitel con la unión entre la pletina y las vigas de concreto. Ver Fig 53.

El segundo caso consistió en la construcción de un anillo perimetral de concreto, que debe soportar el porcentaje de carga axial faltante de la columna existente y el acero se diseña para soportar el cien por ciento de la carga, según el esquema de flexión pura de la columna. Esta técnica es muy apropiada cuando el aspecto estético de la obra es de suma importancia.

La gran diferencia entre el encamisado metálico y el anillo perimetral de concreto es el tiempo de respuesta de cada uno. Para el primero la aplicación de las cargas es inmediata, y la columna entra en servicio, para el segundo caso se debe esperar a que el concreto aplicado,

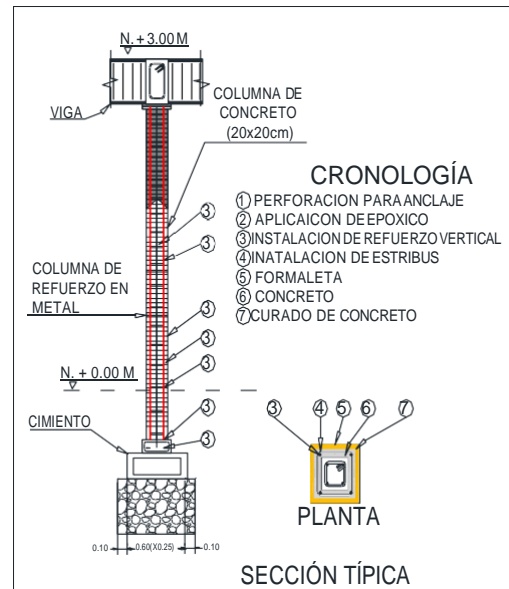


FIG. 54 VISTA EN ALZADO DE LA COLUMNA CON REFUERZO POR ANILLO PERIMETRAL.

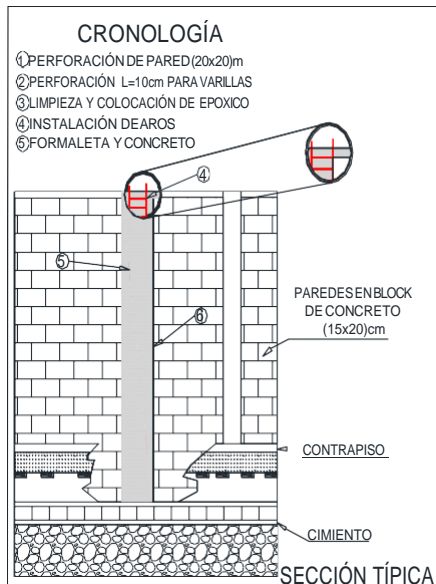


FIG. 55. REFORZAMIENTO DE MURO.

alcance al menos una resistencia igual o mayor a la obtenida en el núcleo existente, por lo general al utilizar concretos expansivos de alta resistencia, es de esperar a los tres días dicho valor, a partir de esa fecha se podría cargar la columna. Ver Fig. 54.

El tercer caso es el reforzamiento de la columna, haciendo uso de una demolición zonificada, e ingresando los aros y acero que faltaban desde el inicio, y luego realizar la respectiva colocación de concreto en columna. Esta reparación puede realizarse sin necesidad de apuntalar la columna y vigas aledañas, ya que se trabaja en la zona del recubrimiento del acero. Sin embargo, por seguridad y con la idea de mantener la integridad del núcleo de concreto existente es que se apuntala la zona.

Para el caso de los muros construidos con mampostería, se planteó reducir el ancho del paño, por medio de la introducción de una columna de concreto intermedia, logrando que la dimensión efectiva fuera menor, y así, las cargas disminuyeran. Utilizar una sobre viga que ayude a distribuir las cargas a las columnas y no a la mampostería, puede ser otra técnica que, complementada con la antes mencionada, de un mejor resultado. Ver Fig. 55.

Para las vigas de concreto, las técnicas empleadas se basaron en la incorporación del acero faltante, confeccionando surcos en la viga, haciendo uso de sierras mecánicas, y luego rellenando el espacio con concreto de alta resistencia. Esta técnica aplica, tanto para el acero de refuerzo, como para el

acero por cortante. Ver Fig. 56.

Para el reforzamiento de las losas de concreto, se propuso realizar una sobre losa,

cuya función principal es aumentar el espesor de la misma, y obtener un bloque de esfuerzos “a” menor. Al contar con un “a” de menor cuantía, el acero mínimo requerido disminuye, esto resuelve el problema de la deficiencia por acero. Ver Fig. 57.

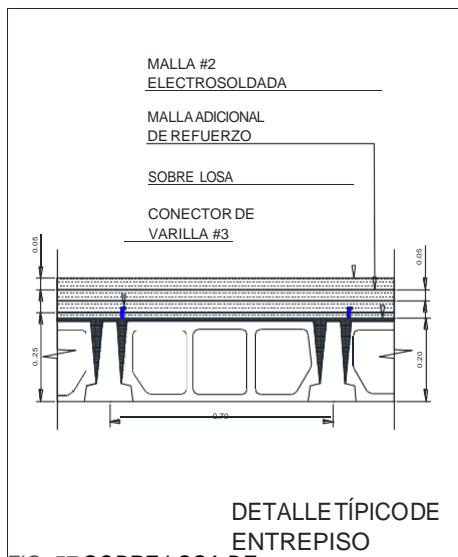


FIG. 57 SOBRE LOSA DE CONCRETO.

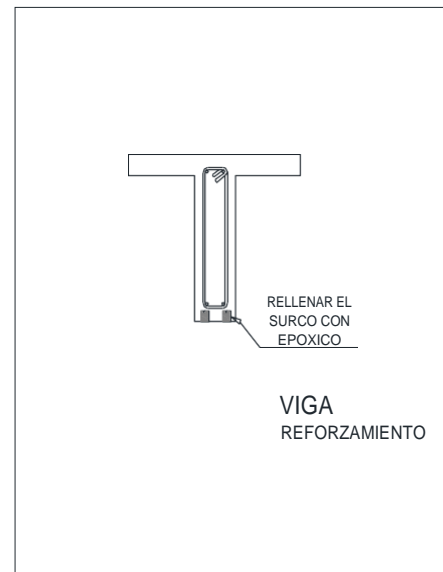


FIG. 56 RELLENO DE SURCOS.

La implementación de técnicas de reforzamiento a elementos estructurales que presentan deficiencias en el concreto y en el acero, fueron favorables, dando resultados aceptables y evitando así la demolición de los mismos. Esto se comprueba con el análisis estructural de cada elemento reforzado, según las teorías de diseño existentes, que permiten obtener la capacidad final. Además, sin realizar un análisis de costos detallado, es notable que la aplicación de las técnicas antes mencionadas refleja un menor costo en comparación a realizar una demolición y reconstrucción total del elemento. Se recomienda el uso de productos o aditivos, presentes en el mercado nacional a costos razonables, que ayudan a realizar ciertas etapas de los reforzamientos.

Finalmente, antes de proponer la demolición de un elemento realice una revisión del mismo, y establezca posibles técnicas de reforzamiento, con esto, logrará minimizar el impacto en su construcción.

Determinar las Técnicas de Reforzamiento de Estructuras de Concreto. Ya definido claramente el problema lo siguiente es proponer las posibles soluciones, por lo que es necesario identificar los principales elementos estructurales, desglosando los frentes de trabajo, que van a formar los objetivos específicos:

- Cimientos
- Columnas
- Vigas
- Losas
- Muros

Para cada elemento se requiere realizar una recopilación de información sobre las técnicas empleadas empíricamente en las obras, para mejorar por medio del reforzamiento su condición estructural.

Esto se logra por medio de consultas a ingenieros en campo, maestros de obras, experiencia personal y consultas a bibliografía presente sobre el tema.

Luego de esta etapa se definen cuáles son las técnicas más empleadas y fáciles de aplicar, que logran de manera económica su objetivo, ya que muchas de las investigadas resultan poco factibles para la dimensión de la obra.

Para desarrollar varias reparaciones o reforzamientos es necesario aplicar productos especiales que se encuentran en el mercado, donde varias empresas dedicadas a esta rama de la construcción fueron pieza importante de este proyecto.

Se plantean los problemas más comunes para las reparaciones y reforzamientos y de esta se proponen tres productos indispensables. Las técnicas de reforzamiento se separaron en cinco, según sea el elemento, serán estas técnicas de reforzamiento para cimiento, columnas, vigas, muros y losas, las cuales son explicadas a continuación

Cimientos.

Se pueden presentar problemas en los cimientos por la baja resistencia obtenida en el concreto o porque el acero instalado no cumple con el mínimo, según lo establecido por el Código Sísmico de México, pero para ambas situaciones se emplea en

campo, para corregir dicha deficiencia, una técnica denominada “costillas”, la cual consiste en reforzar el cimiento de manera transversal mejorando el espesor del elemento, evitando de esta manera deflexiones excesivas que lleven al concreto a la falla y el acero agregado contribuye a tomar los esfuerzos de flexión. Los tres métodos más utilizados son el reforzamiento superficial (costilla), ampliación lateral del cimiento cuando el mismo quedó de menor dimensión en comparación al ancho solicitado, donde la técnica es similar a las costillas y por último la sustitución que se da cuando el cimiento del todo no es aceptado porque presenta daños visibles, como fisuras de gran tamaño en el concreto por su falta de resistencia ante las solicitudes de carga, pero esta no aplica para los fines establecidos.

Primeramente, se deben delimitar las zonas, donde el cimiento según una prueba de laboratorio indica que el concreto presenta una resistencia menor a la indicada en planos o esperada según diseño. Con la zonificación hecha, se deben ubicar las columnas, ya que es en cada una de ellas donde se debe instalar una “costilla”, para luego colocar a cada metro como mínimo una “costilla” adicional.



FIG. 58 FRACTURA POR CORTANTE EN SUBESTRUCTURA EN BIBLIOTECA (COBACH 19).

El segundo paso es trazar los lugares donde se van a colocar las costillas, con el fin de establecer las perforaciones. En los lugares donde las costillas quedan en columnas no es necesario realizar perforación transversal, pero sí donde el trazo quede en una pared de bloques de concreto. En dicho sitio se debe realizar una demolición de 20 centímetros de ancho por 20 centímetros de alto y por el espesor del bloque de concreto de manera que permita generar un espacio a través de la pared. Ver Fig. 59.

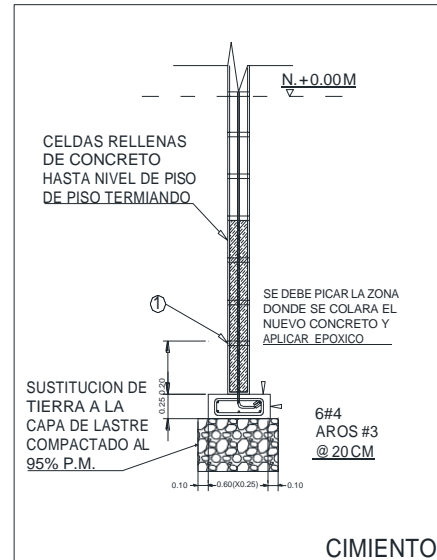


FIG. 59 ZONA DE PERFORACIÓN EN MAMPOSTERÍA.

El tercer paso es picar una franja de 20 centímetros de ancho por un largo transversal

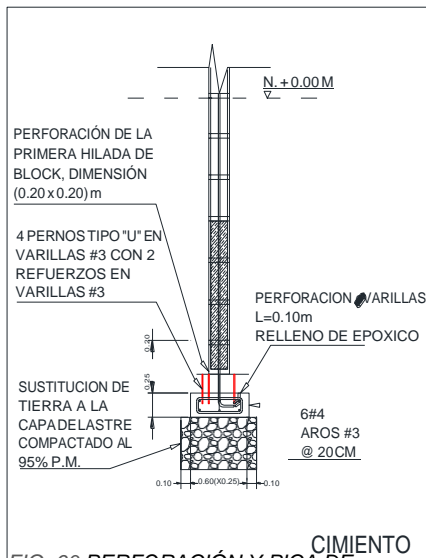


FIG. 60 PERFORACIÓN Y PICA DE CIMIENTO PARA PERNOS.

igual al cimiento de manera que permita obtener una superficie rugosa para recibir el nuevo concreto, adicionalmente se deben realizar las perforaciones en el cimiento para instalar unos pernos de anclaje en forma de “U” que servirán como aros. Después de realizar las perforaciones y picas es importante limpiar la zona evitando que queden residuos o trozos sueltos de concreto. Las perforaciones deben tener al menos 1,50 veces el diámetro de la varilla del perno, en este caso el perno es en varilla #3 por lo tanto la perforación debe ser de al menos 2 centímetros de diámetro. Ver Fig. 60.

El cuarto paso es aplicar en la zona donde se picó el cimiento un producto epóxido (ver anexo 3) que mejora la unión entre el concreto existente con el próximo a colar. Además, se deben llenar los huecos donde se colocarán los pernos con epóxido, con una cantidad igual a la tercera parte del volumen de la perforación con la finalidad de que el producto quede dentro y no se desperdicie. Seguidamente se instalan los pernos en forma de “U” y se coloca el acero longitudinal como mínimo varilla #3, amarrado con alambre recocado (alambrito). Ver Fig. 61

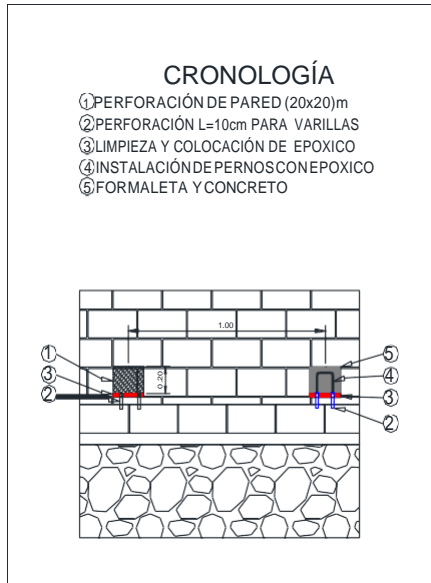


FIG. 62. APLICACIÓN DE PRODUCTO E INSTALACIÓN DE PERNOS Y REFUERZO LONGITUDINAL.

Finalmente se debe cimbrar cada costilla para realizar el colado, teniendo el debido cuidado de estar humedeciendo la chorrea para evitar pérdida de agua y con esto la formación de grietas. (Ver Fig. 62.)

Esta técnica es sencilla,

algo lenta en la etapa de las perforaciones y pica de cada

costilla, pero el resultado es sumamente beneficioso y evita así la demolición del cimiento, más aún cuando sobre este ya existen paredes y columnas.

En los cimientos, otro problema que está asociado es la capacidad de soporte del suelo, y por un incorrecto nivel de desplante de las fundaciones se generan asentamientos diferenciales. En algunas ocasiones el cimiento se ve separado del suelo y se observan espacios debajo del cimiento sin suelo. Estos espacios deben ser rellenados y mejorar así la transmisión de cargas. Para realizar un reforzamiento del suelo se debe apuntalar el cimiento por medio de vigas de metal, tipo IPR, que pasen de manera transversal por debajo del cimiento, garantizando que la fundación no presente concentraciones de esfuerzos y se agriete, por lo que el espaciamiento de las vigas metálicas debe ser revisado. Dichas vigas deben soportar el peso del cimiento y de las cargas que están actuando sobre él y lograr una correcta distribución de cargas hacia el suelo, esto se puede mejorar agregando en los extremos de las vigas metálicas pletinas que aumenten la superficie de contacto entre la viga y el suelo.



FIG. 63 GRIETAS EN LOSAS DE CIMENTACIÓN.

Luego de apuntalar y asegurar la zona que va a ser reforzada, se debe excavar al menos 10 centímetros a cada lado del cimiento y por una profundidad según un estudio de suelos.

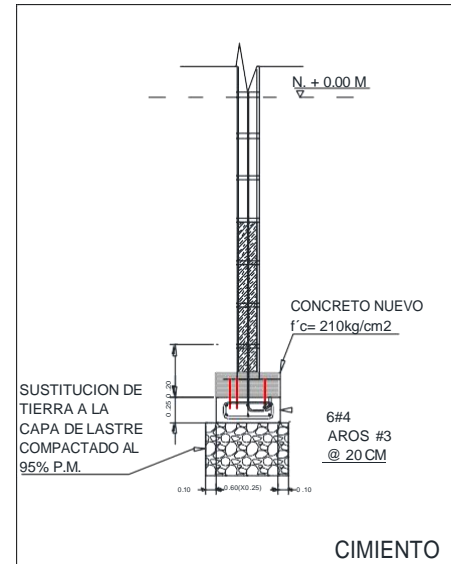


FIG. 61. ENCOFRADO Y CHORREA DE COSTILLA.

Posteriormente se incorpora a la zanja una mezcla de lastre del concreto o de toba del concreto que posea una fluidez que facilite el ingreso a la zanja y una fácil compactación por medio de vibradores manuales. Una vez que se concluye la chorrea del material de sustitución y este quede fraguado, se deben dejar las vigas metálicas hasta que el lastre cemento adquiera una resistencia adecuada. Las vigas pueden ser retiradas en el futuro o pueden dejarse embebidas en el material de sustitución.

Columnas.

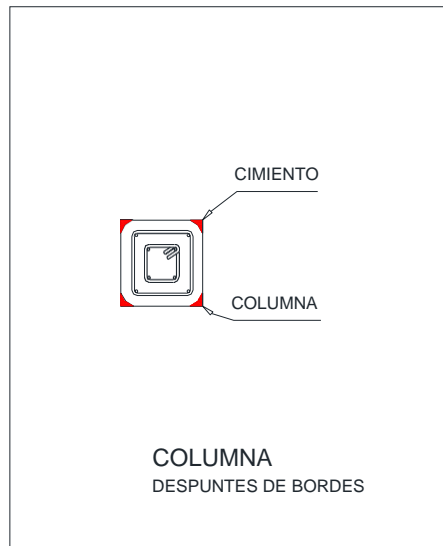


FIG. 64 DESPUNTE DE BORDES.

Las columnas de concreto con refuerzo de acero pueden presentar dos problemas típicos, uno de ellos es la poca resistencia del concreto por las causas antes mencionadas para el mismo, pero sí cuenta con la debida armadura, para este caso se presentan dos alternativas de reforzamiento, una de ellas es el encamisado con una estructura metálica (Caso 1) y la otra es construir un anillo de concreto con el refuerzo de acero debido para mejorar la capacidad de la columna (Caso 2), en ambos casos son obras complementarias.

El otro caso que se puede dar es que el concreto posea una resistencia adecuada, pero por error humano no se colocó todo el refuerzo o aros requeridos, para este caso se debe reparar la zona afectada únicamente (Caso 3). Caso 1.

El encamisado con estructura metálica es una técnica muy sencilla, pero poco atractiva, ya que afecta el aspecto arquitectónico de la obra y, por lo tanto, no es tan utilizada; sin embargo, es importante mencionarla como alternativa de reforzamiento.

El otro caso que se puede dar es que el concreto posea una resistencia adecuada, pero

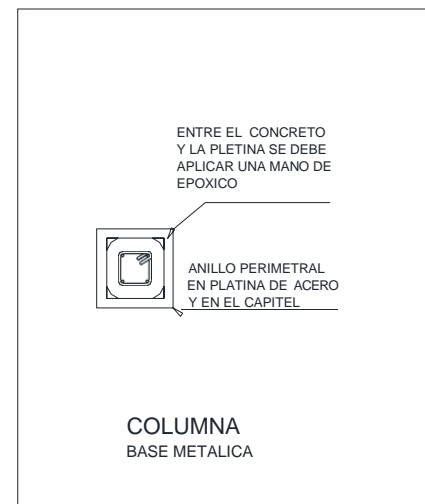


FIG. 65 APLICACIÓN DE PRODUCTO E INSTALACIÓN DE PLETINA EN LA BASE Y EN EL CAPITEL.

Para realizar esta técnica es necesario determinar cuál o cuáles son las columnas que no lograron obtener la resistencia necesaria y calcular la carga tributaria, de tal manera que se pueda diseñar una estructura complementaria que soporte la totalidad de la carga, evitando de esta manera que el concreto falle en su núcleo por la falta de resistencia.

La estructura complementaria es una columna metálica que consta de cuatro vértices sean estos angulares, platinas o tubos de hierro negro con rigidizadores diseñados para evitar un pandeo local o total de la nueva columna metálica, que como ya se mencionó deberá soportar toda la carga.

El primer paso es despuntar los bordes de la columna de concreto existente de manera que la estructura nueva no esté en contacto directo con la de concreto evitando así esfuerzos con centrados en los vértices. Ver Fig. 66.

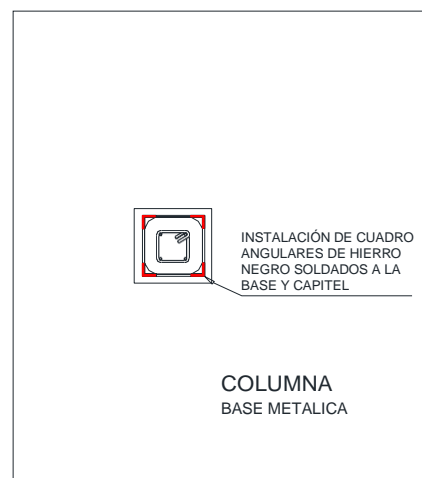


FIG. 66 UBICACIÓN DE VERTICALES EN LOS VÉRTICES DE LA COLUMNA.

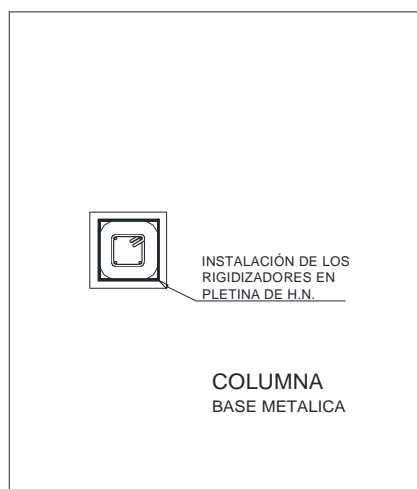


FIG. 67 UBICACIÓN DE RIGIDIZADORES.

El segundo paso es aplicar epóxico en la base del cimiento y en la zona de capitel, esta zona es por debajo de las vigas existentes. Para luego colocar una platina metálica que servirá de inicio y tope para los refuerzos verticales.

El tercer paso es colocar los cuatro vértices según diseño puede ser angular o tubo metálico. Dichos verticales irán soldados desde la base ubicada en el cimiento hasta el capitel. El cuarto paso es colocar los rigidizadores que pueden ser platinas separadas según diseño para evitar el pandeo de la columna metálica. Para finalizar este caso se muestra en la Fig. 67 una

vista en alzado desde la base del cimiento hasta el capitel, con un orden cronológico detallado de todo el proceso.

Caso 2. El anillo perimetral de concreto con acero adicional es una técnica más elaborada, pero como producto final da un acabado arquitectónico favorable, ya que el trabajo de refuerzo no es visible, simplemente es un aumento de la sección de la columna. Es una técnica que es complementaria a la columna existente y ayuda al núcleo de concreto existente a absorber y distribuir las cargas hacia el cimiento. Como pasos para realizar esta técnica es necesario nuevamente analizar la columna según su estado de resistencia de concreto, para así determinar el sobre ancho de la sección y que el acero a instalar sea el requerido para la nueva área.

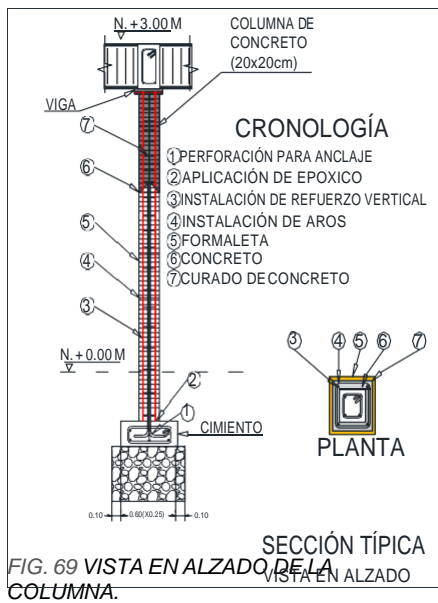


FIG. 69 VISTA EN ALZADO DE LA COLUMNA.

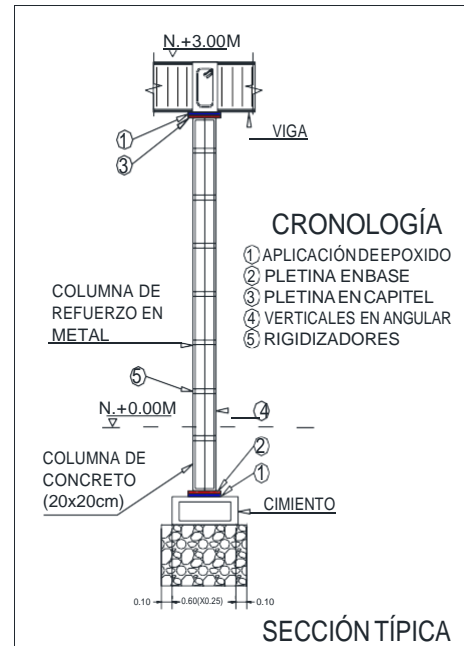


FIG. 68 VISTA EN ALZADO DE LA COLUMNA.

De tal manera que esta nueva sección sea la que trabaje y resista las cargas de la columna. El segundo paso es realizar en la base del cimiento y el capitel en la zona de vigas, cuatro perforaciones de una vez y medio el diámetro de la varilla de refuerzo vertical, con una profundidad mínima de 10 a 15 centímetros o lo requerido según el análisis del cono de esfuerzos, y dicho espacio será luego relleno por una tercera parte de su volumen con un epóxico, para seguidamente insertar la varilla de refuerzo. Las cuatro varillas del basamento se traslapan con las cuatro varillas del capitel en alturas diferentes para evitar un plano

de falla. El tercer paso es aplicar a las cuatro caras de la columna existente una mano de epóxico para mejorar la adherencia entre el concreto nuevo y el viejo. Además, se colocan conectores que mejoren el comportamiento en conjunto de ambas estructuras. El quinto paso armar los aros según el diseño previo y amarrarlos con alambre de amarre (alambrito). El sexto paso es elaborar una formaleta para poder realizar la chorrea con un concreto de resistencia promedio de 210Kg/cm^2 si el espesor es mayor a 5 centímetros, de lo contrario se puede rellenar con un concreto expansivo de alta resistencia.

Es de suma importancia para esta técnica darle el tiempo requerido para que el concreto alcance el 80% de su resistencia antes de ser descimbrado. Para dicha técnica se puede observar la Fig. 69, en la cual se muestra el orden cronológico de las actividades.

Caso 3. La reparación zonificada es una técnica que se aplica cuando en ciertas partes de la columna bien identificadas es necesario añadir aros. Los pasos para realizar la técnica es realizar primero un correcto apuntalamiento de las vigas que están actuando sobre la columna, esto con finalidad de evitar que la columna este trabajando mientras se realice la reparación. El siguiente paso es demoler la zona identificada dejando la parte expuesta final de concreto con un diente de traba para mejorar de forma considerable la unión próxima entre el concreto más antiguo y el nuevo.

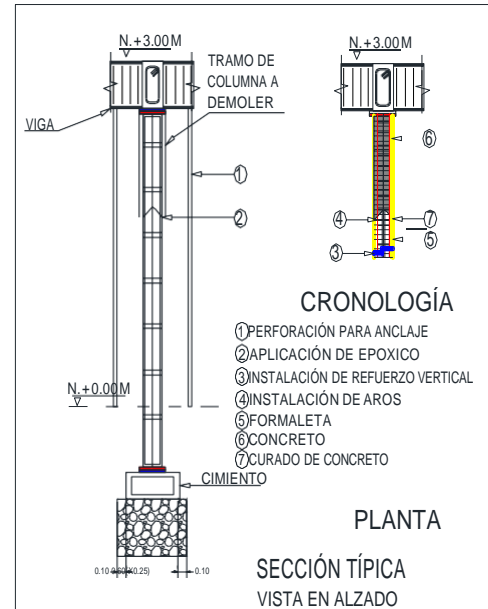


FIG. 70 VISTA EN ALZADO DE LA COLUMNA CON REPARACIÓN.

A continuación, se debe limpiar todas las varillas, tanto las de refuerzo como los aros expuestos. Se debe aplicar una mano de epóxico para mejorar la adherencia. Se colocan los aros necesarios para completar lo indicado según el diseño previo y se sujetan al acero de refuerzo con alambrito (alambre de amarre). Por último, es necesario confeccionar el correspondiente encofrado para poder realizar el concreto con una resistencia igual a la del núcleo de la columna. Es muy importante para este caso darle el tiempo requerido para que el concreto alcance el 80% de su resistencia antes de ser descimbrado.

Para representar dicho proceso se muestra en la Fig. 70 los pasos a seguir. Dicha técnica es muy fácil de aplicar, rápida y no refleja cambios en el aspecto visual de la misma, por lo que es muy utilizada.

Muros.

Los muros de mampostería (como se observa en la figura 71.) que presenten deficiencia en el acero longitudinal o transversal o la combinación de ambos pueden ser reforzados por medio de agregar columnas intermedias que acorten la distancia del muro y que también baje las cargas que son aplicadas directamente a la pared de mampostería. Aplica tanto para paredes internas o externas de una construcción como para muros de retención, ya que el principio es el mismo, minimizar las cargas al paño. Otras técnicas utilizadas con mayor frecuencia son la aplicación de “pie de amigo” con un adosamiento de columnas, sean estas en concreto o metal, pero su aplicación se ve más en muros de retención.

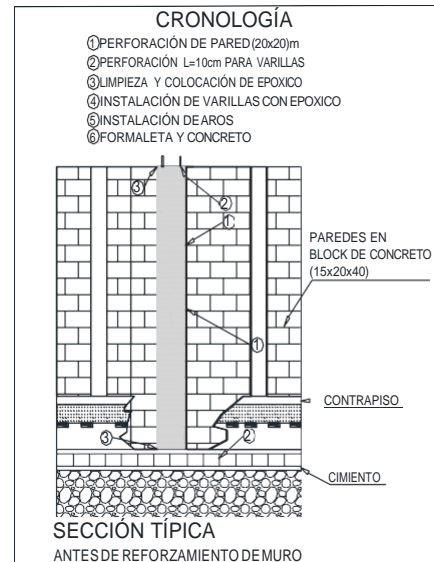


FIG. 71 DEMOLICIÓN PARA REFORZAMIENTO DE MURO.

La técnica de reforzamiento de muros de mampostería se inicia con un apuntalamiento de la viga corona o de entrepiso con el fin de evitar que el muro se encuentre cargado a la hora de realizar la obra. Se divide el paño o luz a la mitad y se inicia una demolición partiendo de la parte superior hasta llegar a la corona del cimiento, se debe realizar la demolición con ayuda de equipo mecánico realizando cortes longitudinales para obtener la imagen del ancho requerido. Una vez hecha la demolición se continúa con una limpieza de la zona, evitando que queden partículas sueltas. Seguidamente se perforan cuatro orificios en el cimiento y cuatro más en la viga, espacios que deberán quedar limpios y rellenar con una tercera parte de su espacio con epóxico para luego insertar las varillas que servirán como refuerzo vertical, según diseño estructural de su carga tributaria. Los aros se instalan y se separan según el diseño de una columna convencional que estará soportando las cargas del área tributaria. La aplicación del epóxico para mejorar la unión entre los concretos es únicamente necesaria en la base y el capitel de la columna por colar.

Por último, se realiza el encofrado y colado con concreto, respetando el tiempo requerido para que el concreto alcance su resistencia. Como todo elemento de concreto deberá llevar un proceso de curado.

Otra manera de mejorar el comportamiento del paño de mampostería es construyendo una sobre viga que ayude a distribuir de mejor manera los esfuerzos a las columnas y no cargar el paño de mampostería. Además de la técnica antes mencionada, también se utilizan sobre anchos del paño, que se logran añadiendo una malla de acero al frente de la mampostería y realizando un chorrea que genere un espesor de al menos 5 centímetros. Esta técnica también ayudará a tomar los esfuerzos de cortante que afectan a la pared.

La Fig. 72 detalla el refuerzo vertical, los aros, aplicación del epóxico para los orificios, y la zona de chorrea.

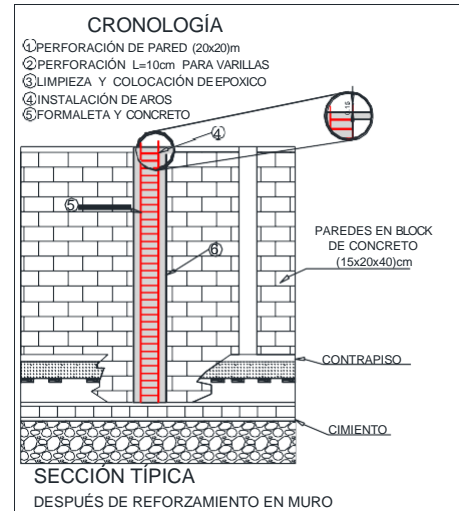


FIG. 72 REFORZAMIENTO DE MURO

Capitulo IV

Pruebas y resultados.

Como parte integral de esta Tesina, fue importante las pruebas y resultados del proyecto aplicado. Comprobando que realmente son funcionales las estrategias planteadas. Se consideró reestructurar el área hidráulica del canal, partiendo de dos vertientes.

La primera y la más importante considerar el cauce natural establecido por las precipitaciones y no alterar el curso existente debido a que podía sufrir cambios de dirección.

La segunda calcular la cantidad de precipitación para que no sufra desbordamientos en un futuro. Actualmente es claro ver que el canal existente no es funcional y es obvio que, proponiendo un canal más apropiado, se resolvería en gran parte este problema. Por lo consiguiente nuestra propuesta al momento de ser aplicada en el caso de estudio, cumplirá satisfactoriamente todas las necesidades que se encuentran dentro de esta problemática. Debido a que se contemplaron puntos como precipitación máxima, flujo hidráulico y se dejó protegido más de lo requerido el área del mismo.

Así mismo la segunda parte de este documento donde nos centramos en la reestructuración de elementos confinados. Las soluciones que se propusieron fueron a base de experiencia de profesionistas en el ramo, las cuales ya están comprobadas y funcionales dentro de otras instalaciones. Cabe mencionar que no se puede estandarizar las problemáticas y solucionarlas de la misma manera debido a que tiene mucho que ver las condiciones que existen en el lugar y los problemas presentados al momento de la evaluación de daños. Sin embargo, se trata de abarcar las problemáticas más comunes en estructuras de concreto, que para esto se realizó un levantamiento de varios planteles y se uniformizaron las soluciones. Hasta este momento de la elaboración de este documento, se implementaron estas técnicas teniendo 100% de satisfacción y funcionalidad para poder garantizar la integridad del usuario. En un futuro se piensa evolucionar las técnicas para que sean de autoconstrucción y esté al alcance de cualquier ciudadano que quiera aplicarlas en situaciones diferentes

Conclusión.

En conclusión, esta investigación proporciona soluciones para un largo plazo de tiempo, brindándole seguridad al usuario para poder utilizar el inmueble. Conforme fue el avance de la investigación se aprendieron planteamientos de soluciones estructurales el cual optimiza los tiempos y sobre todo el costo de sus aplicaciones. Cabe mencionar que durante el proceso de estas intervenciones se debe de cumplir con lo especificado en el proyecto y los requerimientos establecidos en la normatividad correspondiente.

La normatividad mencionada en esta investigación es diversa, debido sobre todo a los distintos aspectos de debe de abarcar el proyecto para poder ser llevado a cabo. Es parte de la conciencia que deben de tomar los profesionistas que formen parte de proyecto, el acatar la normatividad en sus diferentes aspectos y etapas, desde la presentación del proyecto, hasta el constante mantenimiento que se debe de dar a la edificación.

Con el levantamiento topográfico realizado en campo podemos observar con más claridad que existe una pendiente que nos permitirá por medio de la gravedad redirigir el flujo de agua para no afectar las instalaciones esto gracias a la investigación hecho en campo que más bien es de gran ayuda para la ingeniería civil.

Dicho procedimiento que se lleva a cabo para la construcción del canal para una solución de la problemática antes mencionada, se debe de realizar tal cual se menciona anteriormente ya que nos favorece para tener unos trabajos de calidad.

El uso de nuevos métodos, equipos y estrategias que nos favorezcan para la realización del canal es válido ya que nos permitiera ahorros de tiempo

Durante este proyectó se logró gracias al estudio de materias de ingeniería civil, los cuales se presentarán a continuación.

Para todo el procedimiento a seguir se necesita una planeación del porque y como se realizaría el proyecto y como es que se va atacar dicho proyecto.

Con el tema de la hidrología subterránea y superficial que bien se sabe que la precipitación afecta al plantel 19 de Soyalo, dentro de las instalaciones del plante se encuentra un canal hidráulico lo

cual se ve afectado por la demanda de precipitación provocando desbordamiento del canal y afecta directamente a las estructuras del plantel y al terreno.

Para ello se analiza con la materia de hidráulica para poder realizar una buena estructura de un nuevo canal con dimensiones apropiadas que resuelva la problemática.

Se realizó un estudio del proyecto, basándose por la topografía del terreno, lo cual es de mucha utilidad la realización de un levantamiento topográfico ya que en un punto fundamental por los niveles del terreno como las estructuras del plantel 19 de Soyalo, Chiapas, posteriormente se lleva a cabo con el levantamiento de los puntos para poder realizar las curvas de nivel, en el programa de AutoCAD 2018, dentro de este programa se plasma las estructuras de cada instalación, como se ve en los anexos, un plano de planta general con diferentes capas que habilita cada parte de ella, para poder tener todo bajo control sin tener que modificar, como también se puede observar cortes del canal que se realizara y las técnicas de reforzamiento para cada estructuras que se ve dañada por esta problemática.

Para dar seguimiento a lo anterior se realizó un procedimiento constructivo para un canal hidráulico, desde la primera partida de los preliminares, que es limpieza, trazo y nivelación de ella, hasta los acabados y juntas que debería de llevar un canal, para ello se realiza una investigación como se realiza cada una de las partidas hasta poder lograr su funcionamiento.

Dentro de las partidas para la construcción del canal se investigó en las normas complementarias para la ejecución de ellas, que básicamente son reglamentos a seguir para una buena ejecución.

Bibliografía

Arturo Rocha Felices, 1ra Editorial, Noviembre 1998. "Introducción A La Hidráulica Fluvial".

Arturo Rocha Felices, (2007). "Hidráulica De Tuberías Y Canales".

Chávez, O.A. Y Guzmán, F.G. (1987). "Obras De Manejo De Control De Causes". Seminario De Hidráulica: Obras De Drenaje Y Riego Por Medio Goteo Universidad Del Cauca. Popayán. Colombia.

Chow V.T.. (1982). "Hidráulica De Canales Abiertos". Editorial Diana. México.

Eduard Naudascher- (México: Limusa, 2013) Hidráulica De Canales- Editorial Limusa, S.A De C.V. Grupo Noriega Editores

Elementos de los canales (10, noviembre 2010) <https://Civilgeeks.Com/2010/11/10/Conceptos-Y-Elementos-De-Un-Canal/>

Flujo uniforme superficial (noviembre 2006) http://Www.Imefen.Uni.Edu.Pe/Temas_Interes/FSL/08_Disenio_Canales.Pdf

Integración Del Programa Hídrico Estatal 2014-2018 Del Estado De Chiapas http://Www.Igh.Com.Mx/Programa_Hidrico_Chiapas/

"Muros de Contención (estructura)" en Construpedia (24 de noviembre de 2021) [http://www.construmatica.com/construpedia/?title=Muros_de_Contenci%C3%B3n_\(estructura\)>](http://www.construmatica.com/construpedia/?title=Muros_de_Contenci%C3%B3n_(estructura)>)

N-CTR-CAR-1-03-014-09, CTR. CONSTRUCCIÓN, CAR. drenaje y subdrenaje, (15 de diciembre 2009) <https://Normas.Imt.Mx/Normativa/N-CTR-CAR-1-03-005-00.Pdf>

Normas técnicas complementarias para el diseño y ejecución de cobras e instalación hidraulica(26 debrero 2013) <https://Es.Slideshare.Net/Kotch/Normas-Tcnicas-Complementarias-Para-El-Diseo-De-Obras-E-Instalaciones-Hidraulicas>

Pedro Rodríguez Ruiz (agosto 2008) mecánica de canales II. <https://Es.Slideshare.Net/Carlospajuelo/Hidraulica-De-Canales-Pedro-Rodriguez>

Ranald V. Giles, B S., M, S, En C.E. – Mecánica De Los Fluidos E Hidráulica. https://Issuu.Com/Charlyking96/Docs/Mec_Nica_De_Los_Fluidos_E_Hidraulic

Índice de figuras

Fig.1 [Http://Www.Inafed.Gob.Mx/ Work/Enciclopedia/Emm07chiapas/ Municipios/07085a.Html](Http://Www.Inafed.Gob.Mx/Work/Enciclopedia/Emm07chiapas/Municipios/07085a.Html)

Fig.2 [Http://Ciudadesrurales.Chiapas.Gob.Mx /Coespo/Sociodemografico /Ps_Soyalo.Pdf](Http://Ciudadesrurales.Chiapas.Gob.Mx/Coespo/Sociodemografico/Ps_Soyalo.Pdf)

Fig.3 [Http://Ciudadesrurales.Chiapas.Gob.Mx/Coespo/Sociodemografico /Ps_Soyalo.Pdf](Http://Ciudadesrurales.Chiapas.Gob.Mx/Coespo/Sociodemografico/Ps_Soyalo.Pdf)

Fig.4 [Http://Ciudadesrurales.Chiapas.Gob.Mx/Coespo/Sociodemografico/ Ps_Soyalo.Pdf](Http://Ciudadesrurales.Chiapas.Gob.Mx/Coespo/Sociodemografico/Ps_Soyalo.Pdf)

Fig.5 [Http://Ciudadesrurales.Chiapas.Gob.Mx/Coespo/Sociodemografico /Ps_Soyalo.Pdf](Http://Ciudadesrurales.Chiapas.Gob.Mx/Coespo/Sociodemografico/Ps_Soyalo.Pdf)

Fig.6 Fuente Personal.

Fig.7 Fuente Personal.

Fig.8 Fuente Personal.

Fig.9 Fuente Personal.

Fig.10 Fuente Personal.

Fig.11 Fuente Personal.

Fig.12 Fuente Personal.

Fig.13 <Https://Hidraulica65.Webnode.Com.Co/Paseos/>

Fig.14 [Https://Es.Wikipedia.Org/Wiki/Canal_\(Ingenier %C3% Ada\)#/
Media/Archivo:Kanalen_I_Horten_20060415 .Jpg](Https://Es.Wikipedia.Org/Wiki/Canal_(Ingenier_%C3%Ada)#/Media/Archivo:Kanalen_I_Horten_20060415_.Jpg)

Fig.15 [Https://Www.Alamy.Es/Canal-Artificial-De-Riego-Inundado-Con-Agua-En-Los-Planos-
De-La-Zona-Oriental-De-Rumania-Image187909663.Html](Https://Www.Alamy.Es/Canal-Artificial-De-Riego-Inundado-Con-Agua-En-Los-Planos-De-La-Zona-Oriental-De-Rumania-Image187909663.Html)

Fig.16 [Https://Es.Wikipedia.Org/Wiki/ Canal_De_ Riego#/Media/ Archivo: Canal_
J%C3%Bacar-Turia.Jpg](Https://Es.Wikipedia.Org/Wiki/Canal_De_Riego#/Media/Archivo:Canal_J%C3%Bacar-Turia.Jpg)

Fig.17 [Https://Aquantica.Com.Mx/Que-Es-Un-Canal-De-Navegacion/#PrettyPhoto \[Group18601
60990\]/0/](Https://Aquantica.Com.Mx/Que-Es-Un-Canal-De-Navegacion/#PrettyPhoto [Group1860160990]/0/)

Fig.18 <https://www.ingenierocivilinfo.com/2010/02/Elementos-Geometricos-De-La-Seccion.html>

Fig.19 <https://www.civilexcel.com/2013/03/Movimiento-Permanente-Uniforme-Mpu.html>

Fig.20 <https://www.geostru.eu/wp-content/uploads/2019/11/Ec628a1f-71c8-48a2-B13e-F61da18fc6d7.jpg>

Fig.21 Fuente Personal.

Fig.22 <https://albayzin.info/wp-content/uploads/2015/05/Limpeza-Jardines-Molino-Corteza-20150516-D.jpg>

Fig.23 <https://ghrentadeMaquinaria.com.mx/limpieza-de-terrenos/>

Fig.24 http://2.bp.blogspot.com/-0q2qvshm8mi/T6av4_Rdu5i/Aaaaaaaacw/Qacbv7pmvzs/S1600/Dscf2197.jpg

Fig.25 <https://www.jmar.com.co/uploads/imagenes/exmaquina/exmaquina3.jpg>

Fig.26 <http://senaobrasciviles1.blogspot.com/p/excavaciones.html>

Fig.27 https://es.habcdn.com/files/dynamic_content/excavacion-de-zanjas-1238568_big.jpg

Fig.28 <https://www.alamy.es/la-excavacion-de-zanjas-escalonado-de-fontaneria-reparaciones-rotos-de-la-tuberia-principal-de-agua-en-el-area-de-la-calle-residencial-con-motor-movil-vacio-bombeo-vaciado-danos-image235528355.html>

Fig.29 <http://trinoko.com/cuerpo/dibujo-de-suelo-arcilloso/>

Fig.30 <https://www.jardineriaon.com/como-se-determina-la-textura-de-un-suelo.html>

Fig.31 <https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/suelos-pedregosos/>

Fig.32 <https://www.minagri.gob.pe/portal/images/stories/p-inversion/g-fotos/irrig-cereza6.jpg>

Fig.33 <https://www.google.com/search?q=%E2%80%A2%091.-+Relleno+Principal%3a+Es+La+Altura+De+Relleno+Por+Encima+Del+Relleno+Inicial%2c+Hasta+Alcanzar+La+Rasa>

Fig.47 <https://Www.Segundamano.Mx/Anuncios/Estado-De-Mexico/Tlalnepantla-De-Baz/Venta-Y-Traspos/Venta-De-Vibrador-Para-Concreto-Chicote-6m-931400457>

Fig.48 construccion De Canal Pluvial | Ideas Construcción Casa (Habitissimo.Com.Mx)

Fig.49 https://Fotos.Habitissimo.Com.Mx/Foto/Sellado-De-Juntas-En-Canales-Revestidos_346443

Fig.50 <https://Www.Aditivosespeciales.Com.Pe/Index.Php?Prod=359>

Fig.51 <http://3.Bp.Blogspot.Com/-3wqrbyfsvtk/Tzkmau1cegi/Aaaaaaaaci/Dqr3rbcxcpu/S1600/Sdc10511.Jpg>

Fig.52 Fuente Personal.

Fig.53 Fuente Personal.

Fig.54 Fuente Personal.

Fig.55 Fuente Personal.

Fig.56 Fuente Personal.

Fig.57 Fuente Personal.

Fig.58 Fuente Personal.

Fig.59 Fuente Personal.

Fig.60 Fuente Personal.

Fig.61 Fuente Personal.

Fig.62 Fuente Personal.

Fig.63 Fuente Personal.

Fig.64 Fuente Personal.

Fig.65 Fuente Personal.

Fig.66 Fuente Personal.

Fig.67 Fuente Personal.

Fig.68 Fuente Personal.

Fig.69 Fuente Personal.

Fig.70 Fuente Personal.

Fig.71 Fuente Personal.

Fig.72 Fuente Personal.

Glosario.

Leptosoles (LP); Son suelos que están limitados en la profundidad por una roca dura y continua, o por material muy calcáreo. Estos suelos tienen menos de 25 cm de profundidad efectiva o bien presentan alta pedregosidad en el perfil que puede llegar hasta 75 cm de profundidad

Gleysoles (GY); presentan dentro de los primeros 50 cm de la superficie del suelo mineral una capa de 25 cm o más de espesor que muestra condiciones reductoras en algunas partes y un patrón de color gléyico (colores grisáceos, azulosos o verdosos con o sin moteado ocre debido a los procesos de óxido-reducción del hierro y manganeso) en todo el espesor

Luvisoles (LV): suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial como resultado de procesos patogenéticos (especialmente migración de arcilla) que lleva a la formación de un horizonte subsuperficial denominado árgico

Phaeozems (PH): estos suelos presentan un horizonte superficial profundo y con altos contenidos de materia orgánica.

Intensidad de precipitación: cantidad de agua que llueve, medida en altura de precipitación, en una unidad de tiempo.

Anexos.

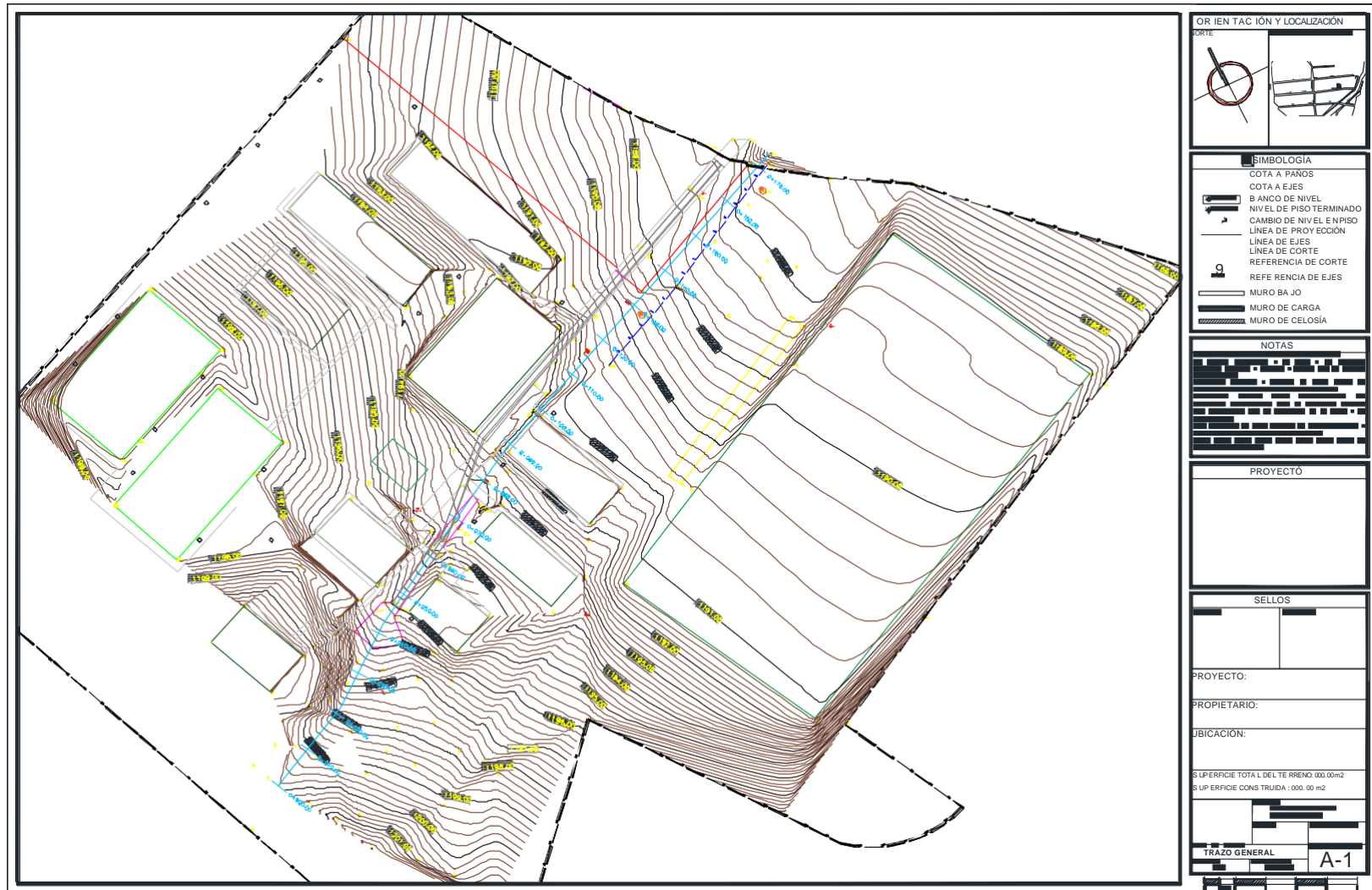


FIG. A Plano en planta general del plantel Cobach 19, Soyaló, Chiapas.

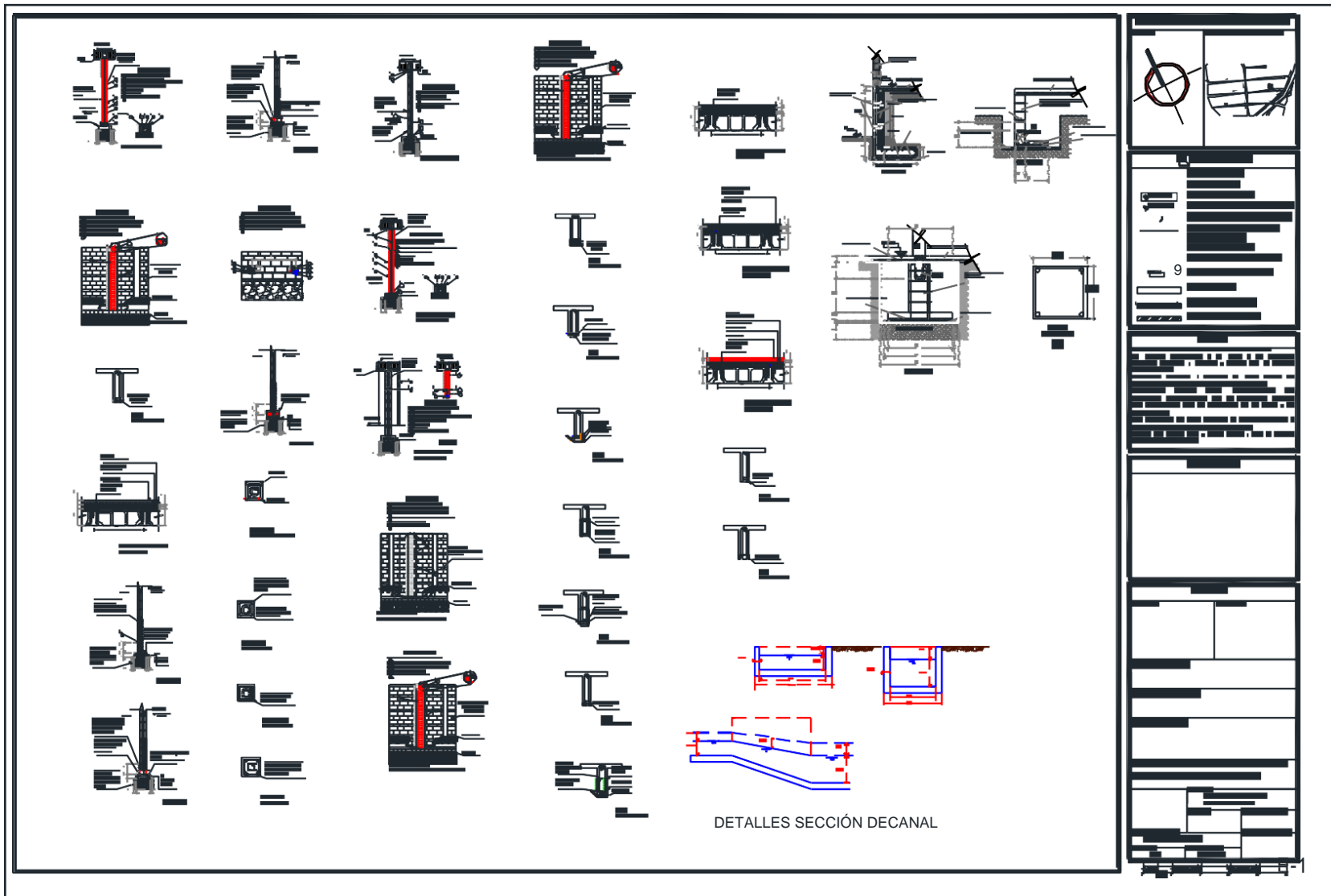
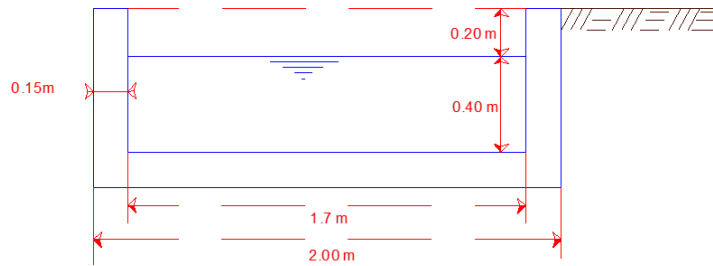
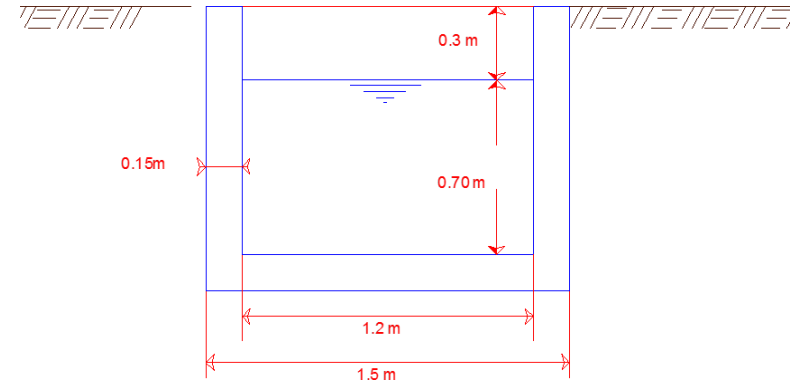


FIG. B Plano de detalles estructurales.



Base del canal: 1.70 m
 Tirante de agua: 0.40 m
 Espejo de agua: 1.70 m
 Ancho de corona: 0.15 m
 Profundidad total del canal: 0.60 m
 Bordo libre 0.20 m



Base del canal: 1.20 m
 Tirante de agua: 0.70 m
 Espejo de agua: 1.20 m
 Ancho de corona: 0.15 m
 Profundidad total del canal: 1.00 m
 Bordo libre 0.30 m

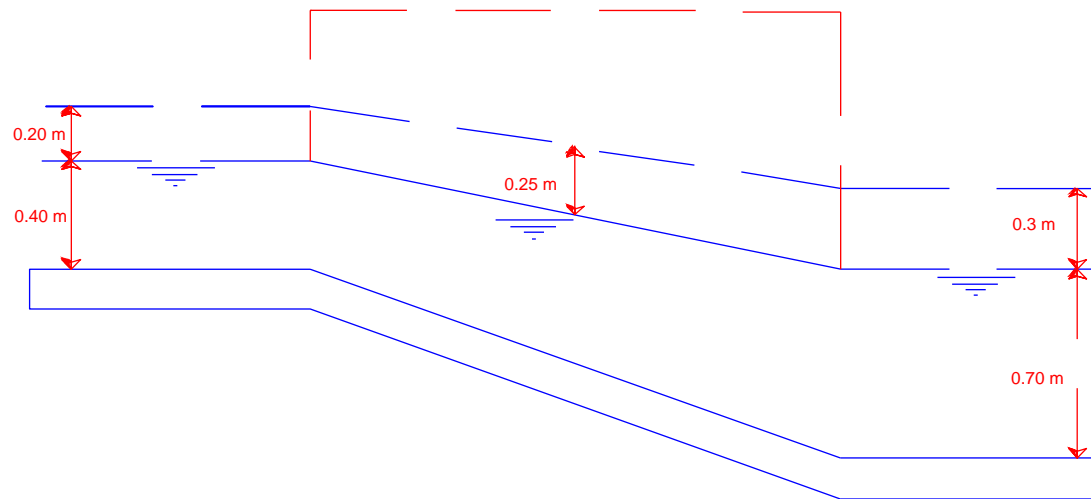
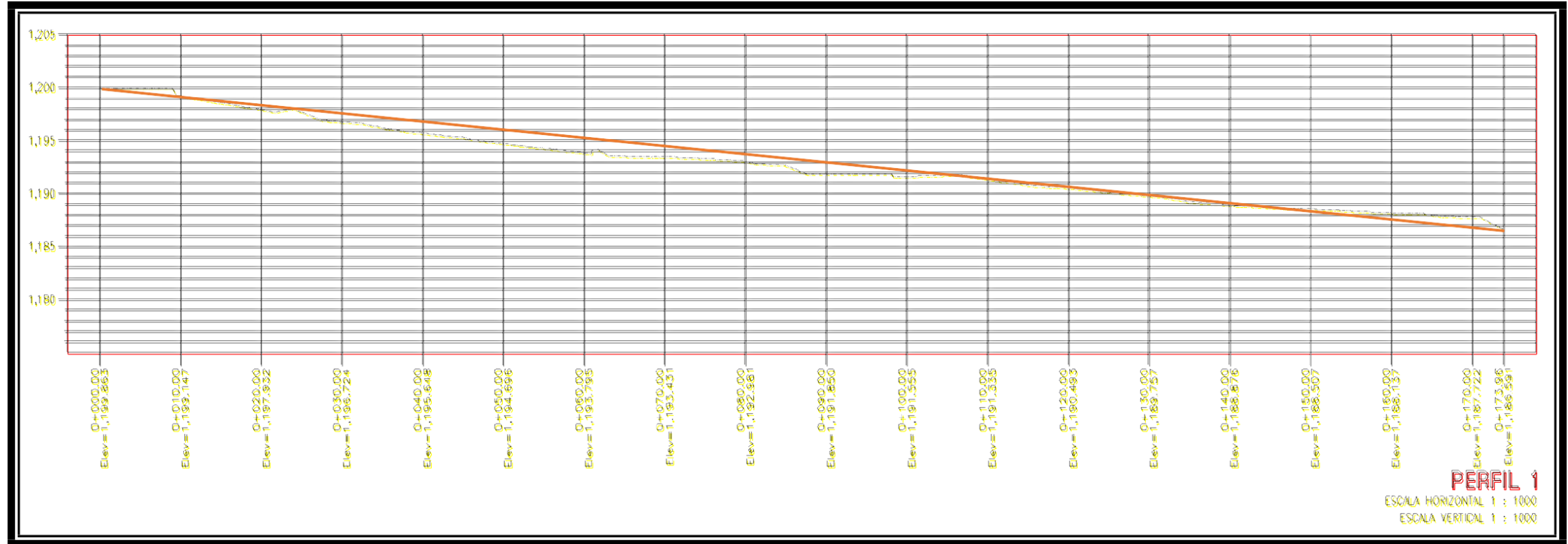
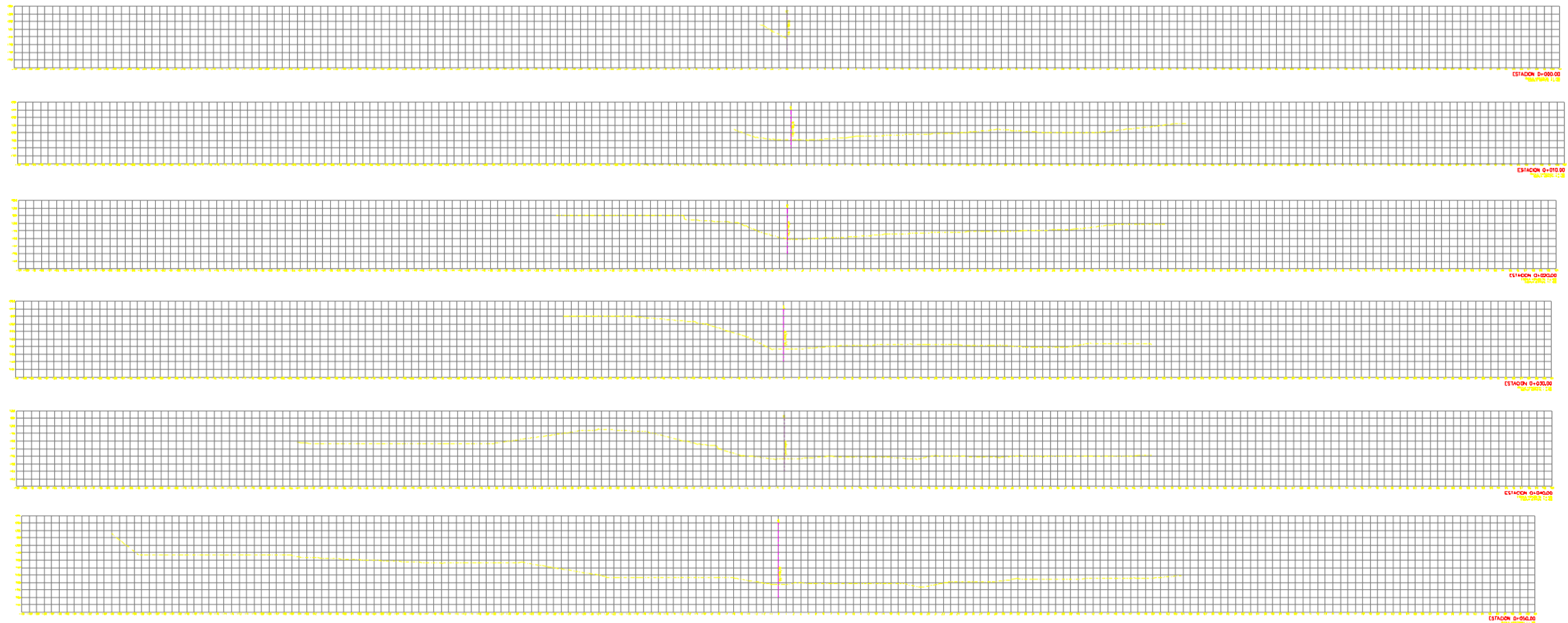


FIG. C Detalles de las secciones del canal.

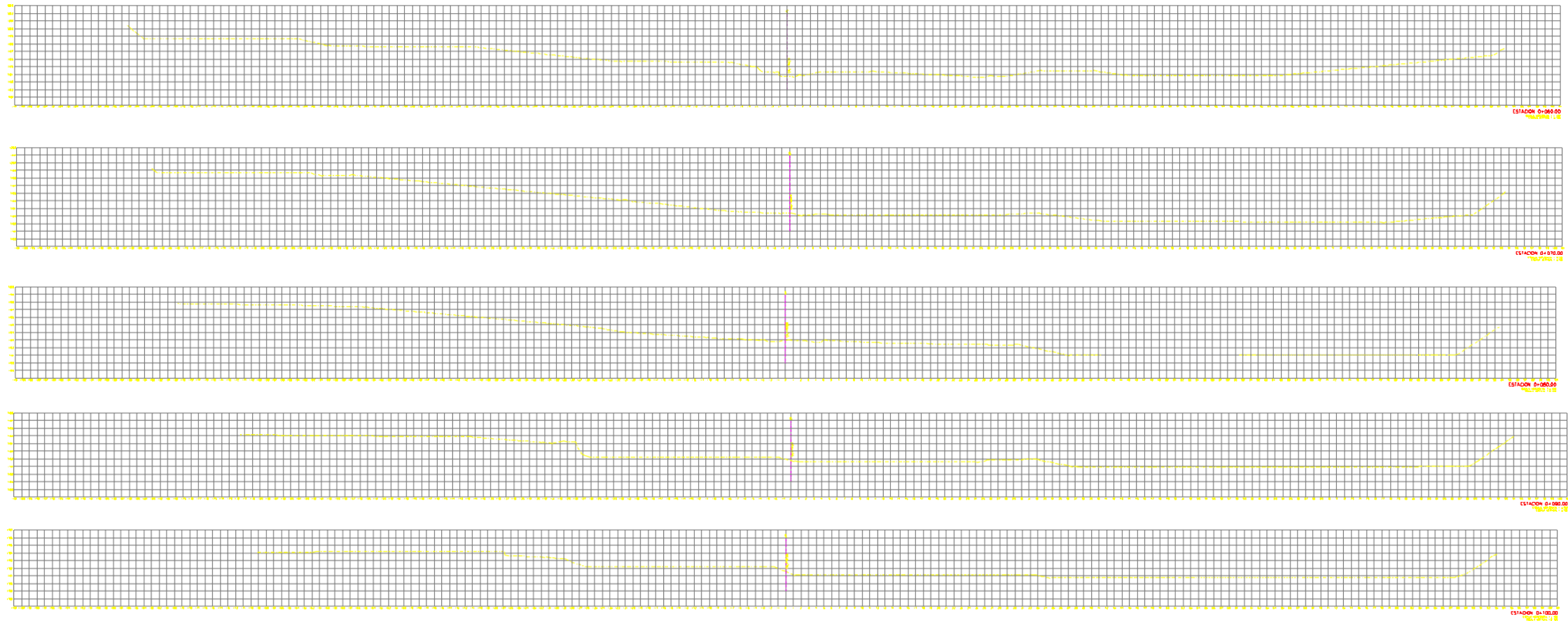
Perfil Topográfico.



**Secciones transversales.
Cota 0+000 – 0+050**



Secciones transversales.
Cota 0+060 – 0+100



**Secciones transversales.
Cota 0+110 – 0+170**

