



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“FABRICACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DE  
CONCRETO PARA TRAMOS ELEVADOS DEL SISTEMA DE  
TRANSPORTE COLECTIVO, CASO LÍNEA 12 DEL METRO”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

PRESENTA

**REYNALDO GABRIEL FLORES MORALES**

DIRECTOR DE TESIS

**ING. MARCOS TREJO HERNÁNDEZ**



CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO D.F.

2015

# INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I. TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE MÉXICO .....	2
CAPITULO II. - EL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO DE LA CIUDAD DE MÉXICO “METRO” .....	4
<i>II.1.- PLAN MAESTRO DEL “METRO” .....</i>	5
<i>II.2.- INAUGURACIONES Y AMPLIACIONES EN ORDEN CRONOLÓGICO HASTA 2000 ..</i>	15
<i>II.3.- Proyecto Línea 12 .....</i>	16
<i>II.3.1.- Origen del Proyecto Línea 12 .....</i>	19
<i>II.3.2.- Organigrama funcional del Proyecto Línea 12.....</i>	20
CAPITULO III.- ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PLAN DE CALIDAD.....	23
<i>III.1.- Plan de Calidad.....</i>	24
<i>III.2.- Implementación del Sistema de Gestión (SIGE) .....</i>	25
<i>III.3.- Herramientas para el Aseguramiento de Calidad .....</i>	40
CAPITULO IV.- PROCESO DE FABRICACION DE ELEMENTOS PREFABRICADOS (COLUMNAS Y TRABES).....	42
<i>IV.1.- Beneficios que se obtienen con la construcción del Proyecto utilizando prefabricados. ....</i>	43
IV.2 Proceso de fabricación de Columnas.....	45
IV.3 Proceso de fabricación de Trabes .....	81
CONCLUSIONES.....	113
GLOSARIO .....	115
BIBLIOGRAFIA .....	121

# INTRODUCCIÓN

A finales de la década pasada y principios de esta, la industria de la construcción enfocó sus esfuerzos en lograr un mercado altamente competitivo basado en productos o servicios de calidad en un menor tiempo y reduciendo los costos de construcción.

En la búsqueda constante de la mejora continua en los procesos constructivos a través de la producción de elementos prefabricados y la implementación de un Sistema de Gestión Integrado basado en las Normas ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 y BS OHSAS 18001:2007, para el aseguramiento de la calidad, seguridad y cuidado del medio ambiente en los procesos de construcción son metodologías de trabajo indispensables para el logro de los objetivos y metas de la empresa.

La importancia de implementar y mantener el Sistema de Gestión Integrado en cada una de las etapas de construcción, radica en el control del proceso a través de la detección y corrección oportuna de defectos o desviaciones que pudieran presentarse en estos, analizando a conciencia la información y comportamiento de los procesos aplicando el uso de herramientas de análisis y la aplicación oportuna de medidas preventivas y correctivas para mejorar el desempeño de los procesos, siendo este uno de los caminos más prácticos hacia la generación de mercados competitivos a nivel internacional.

## **CAPITULO I. TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

El Distrito Federal cuenta con un amplio sistema de transporte y está dividido en transporte gubernamental y concesionado. Dentro del primero se encuentran el Sistema de Transporte Colectivo –Metro; el Servicio de Transportes Eléctricos – STE; la Red de Transporte de Pasajeros – RTP y el Metrobús. El concesionado está compuesto por transporte Colectivo (autobuses y microbuses) e individual (taxis).

El Metro, realiza el 18% de los 20.6 millones de viajes que se generan en el DF y su zona conurbada. Transporta a unos 4.2 millones de pasajeros en día laborable a través de 11 líneas que recorren 201.4 kilómetros de vías dobles; 175 estaciones y 324 trenes con 2 mil 799 carros, cada uno, y según su tipo, con capacidad para 170 ó 178 pasajeros.

Referente al STE, su participación llega a apenas al 1.2% del total de viajes que se realizan en la ciudad. Transporta 65.7 millones de pasajeros por año con boleto pagado y 19.7 millones exentos de pago. Opera a través de la red de trolebuses y el Tren Ligero que corre de Taxqueña a Xochimilco y que tiene una extensión de 437.20 kilómetros, con 15 líneas regulares.

La RTP concentra un 3% del total de viajes, transporta a 650 mil usuarios diariamente; opera 98 rutas regulares, que hacen un total de 3 mil 482 kilómetros distribuidos por toda la ciudad, principalmente de zonas de difícil acceso y bajos recursos económicos. Después de que se extinguió el organismo público descentralizado Autotransportes Urbanos de Pasajeros R-100 y que el GDF creó la RTP, a partir de 2001, se impulsó un importante proceso de renovación del parque vehicular que, actualmente es de 1 mil 325 autobuses. De estos, 984 se han adquirido en la presente administración.

La RTP presta, además, servicio especial a personas de la tercera edad o con capacidades distintas a través de 51 autobuses totalmente equipados, de diseño especial y alta tecnología, que circulan por siete rutas. Asimismo, brinda servicio preferencial gratuito a cerca de 40 millones de pasajeros anualmente.

En septiembre del 2004, se creó el Sistema de Corredores de Transporte Público de Pasajeros del Distrito Federal – Metrobus que significó un cambio radical en el transporte público. Su implantación conlleva la aplicación de nuevas tecnologías, el mejoramiento del ambiente, privilegiar el transporte público colectivo, organizar a los concesionarios, modificar los hábitos del usuario y, en general, reordenar la prestación del servicio.

El 9 de marzo de 2005 se creó oficialmente el Organismo Público Descentralizado METROBÚS, con un presupuesto de 42.4 millones de pesos, destinado principalmente a la adquisición de equipo de cómputo y para el control de acceso de los usuarios.

El Transporte Público Concesionado son los autobuses y microbuses los que acaparan el mayor número de viajes que se realizan en el DF. El transporte concesionado colectivo de pasajeros atiende a casi el 60% de la demanda, transportando por día hábil a más de 12 millones de pasajeros. Opera en 106 rutas de transporte y 1 mil 163 recorridos. Existen 28 mil 508 concesionarios individuales y 10 empresas de transporte.

El transporte individual de pasajeros, es decir, los taxis, atiende al 5% de la demanda total, realizando en promedio, un millón de viajes diarios. Existen 106 mil 628 unidades, de las cuales, alrededor del 90% opera como taxi libre y el 10% restante como taxis de sitio.

Debido al gran número de vehículos que circulan por las diferentes redes de vía, el Gobierno del Distrito Federal, encabezado por Andrés Manuel López Obrador, a través de la Secretaría de Transportes y Vialidad, puso en marcha el "Programa Integral de Transporte y Vialidad (PITV) 2001 – 2006", con el fin de garantizar la movilidad de las personas y los bienes a las regiones de la Ciudad de México y facilitar la accesibilidad a su entorno urbano.

Dicho programa gira en torno a 100 acciones definidas para su cumplimiento en un plazo estratégico a corto, mediano y largo plazo, que tienen como objetivo principal mantener la correspondencia con los objetivos del Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal y los programas sectoriales vinculados. Las acciones están clasificadas en cinco subprogramas: Transporte y Desarrollo Sustentable; Desarrollo Integral de los Servicios de Transporte; Desarrollo Integral de la Infraestructura, Atención Ciudadana y Fortalecimiento Institucional.

Dentro de ese desarrollo vial, se han llevado a cabo diversas obras de gran magnitud y beneficio para la ciudad y su zona conurbada: El 2° piso del periférico, en su tramo San Antonio – San Jerónimo; los Puentes Carlos Lazo Av. Centenario; el Distribuidor Vial San Antonio; el Puente Vehicular Prol. San Antonio – Alta Tensión Eje 5 Poniente; el Puente Vehicular Tarango; el Corredor Centenario – 5 de Mayo; el Eje Troncal Metropolitano; el Distribuidor Vial Ing. Heberto Castillo Zaragoza – Oceanía; el Puente vehicular Fray Servando; el Puente vehicular Av. Del Taller – Lorenzo Boturini y el Puente vehicular Muyuguarda.

## **CAPITULO II. - EL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO DE LA CIUDAD DE MÉXICO “METRO”**

El Metro de la Ciudad de México es un sistema de transporte público tipo tren pesado que sirve a extensas áreas del Distrito Federal y parte del Estado de México. Su operación y explotación está a cargo del organismo público descentralizado denominado Sistema de Transporte Colectivo (STC), y su construcción está a cargo del Proyecto Metro del Distrito Federal, perteneciente a la Secretaría de Obras y Servicios del Distrito Federal. Se conoce coloquialmente como Metro, por la contracción del término tren metropolitano.

En el 2006 ocupó el tercer lugar a nivel mundial en captación de usuarios, al transportar a un promedio de 3.9 millones de pasajeros al día (en ocasiones superado por los metros de Nueva York, Moscú y Tokio). También en ese año obtuvo el quinto lugar a nivel mundial por la extensión de su red.

El Metro de la Ciudad de México cuenta con 11 líneas. Cada línea tiene asignado un número y un color distintivo (números del 1 al 9 y las letras A, B). El parque vehicular está formado por trenes de rodadura neumática, a excepción de la línea A, que emplea trenes de rodadura férrea.

La extensión total de la red es de 201.388 kilómetros y posee un total de 175 estaciones de las cuales: 112 son de paso, 41 de transbordo y 22 terminales (11 de las terminales son de transbordo). El metro está construido de forma subterránea, superficial y viaducto elevado: 106 estaciones son subterráneas, 53 superficiales y 16 en viaducto elevado. 164 estaciones se encuentran en la Ciudad de México y 11 en el Estado de México.

La red del metro a lo largo del tiempo ha crecido debido a la demanda de la población, esto lo vemos reflejado en el siguiente cuadro donde la cronología muestra desde que se inauguró hasta las ampliaciones que ha sufrido durante estos años, cabe mencionar que esta cronología llega hasta el año 2000, hace algunos años en la década de los 90's se construyó la línea “B” del metro siendo esta la última línea de ampliación. A partir del 2007 se comenzaron los estudios para lo que sería la línea dorada.

## *II.1.- PLAN MAESTRO DEL “METRO”*

Es un instrumento utilizado para determinar metas de movilidad a cubrir por el Sistema de Transporte Colectivo en diferentes horizontes a futuro. Estas metas representan las ampliaciones óptimas del servicio de acuerdo a políticas de desarrollo urbano y posibilidades de ejecución.

La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) ha crecido aceleradamente desbordándose hacia su periferia, lo cual ha significado en la actualidad una conurbación de 56 municipios del Estado de México. Ello ha repercutido en un incremento significativo en las distancias de los desplazamientos de tránsito, en un incremento en la demanda de los viajes en los servicios públicos de transporte, así como en un crecimiento acelerado de los vehículos anuales adicionales tanto en el DF como en su área conurbada:

En la ZMVM, la demanda de transporte público masivo es una de las más amplias y de mayor crecimiento. En los últimos años se ha incrementado la inmovilidad al ser la velocidad media del transporte público de sólo 15 Km. /hrs. La ausencia de una oferta eficiente de transporte público tiene un efecto negativo en la calidad de vida y economía de las familias con la pérdida de las horas-persona.

El crecimiento del parque vehicular, con más de 200 mil nuevos automotores en el DF por año, hace que año tras año los tiempos de recorrido del transporte privado sean más grandes con la consecuente pérdida de tiempo para los capitalinos. La tendencia de motorización a la alza no sólo limita la capacidad del gobierno para ampliar el servicio de transporte público moderno que ofrezca seguridad y confort a la población, sino que ha provocado que el parque vehicular crezca a ritmos difícilmente alcanzables para incrementar la infraestructura vial.

La problemática, en suma, tiene que ver con una alta congestión en la Ciudad de México debido al aumento del parque vehicular y a la falta de opciones de transporte público eficiente. Dicha congestión aumenta el tiempo de traslado de las personas hacia actividades productivas, genera costos a la sociedad porque tiene que financiar la ineficiencia del transporte público actual y genera elevados costos sociales en materia de contaminación atmosférica (INE, 2006; Banco Mundial-Medec, 2008).

Debido a la demanda de transporte masivo en los últimos años, tenemos que adentrarnos en el tema del Sistema de Transporte Colectivo Metro en la Ciudad de México y poder visualizar un campo más grande en la planeación que se tendrá que tomar en cuenta para poder seguir creciendo en este modo de transporte.

El Sistema de Transporte Colectivo –Metro- (STC-Metro-) es el organismo encargado de la operación de este sistema. Para el año de 2006 contaba con 175 estaciones de las cuales 41 corresponden a estaciones de correspondencia. Asimismo, existen 11 estaciones terminales de correspondencia que figuran como nodos de captación o ruptura de carga. El contar con un elevado número de correspondencias y estaciones terminales con correspondencia permite agilizar el traslado de pasajeros e integrar los trayectos en el área de cobertura total, que prácticamente todas las áreas de concentración poblacional dentro del D.F. Existen 106 estaciones subterráneas 53 superficiales y 16 elevadas. Transporta diariamente 4 millones 356 mil pasajeros en día laborable en 116 mil kilómetros de recorrido.

El Metro brinda un servicio eléctrico estratégico no contaminante de transportación pública. El STC-Metro presta un servicio crucial a la población, principalmente a la de bajos ingresos debido al significativo subsidio que otorga a sus usuarios. Durante el año 2010 el subsidio otorgado por el Gobierno del Distrito Federal superó los 4 mil millones de pesos, prestando un importante apoyo a la economía de las familias de menores ingresos del DF y a los usuarios de los municipios conurbados que abordan las líneas del STC.

### **Líneas del Sistema Metro**

El Metro brinda un servicio eléctrico estratégico no contaminante de transportación pública mediante una red de 11 líneas, el trazo definitivo de cada línea se obtiene tomando en cuenta: el subsuelo, las instalaciones subterráneas de servicios públicos de la zona, los monumentos históricos cercanos, los restos arqueológicos ocultos, las características demográficas de los puntos que enlazan, entre otras.

A continuación se hablara de cada una de estas líneas de forma general y con el fin de conocer un poco el contexto en el cual se insertara la, próximamente Línea 12 que contará con 24.5 Km.; se planeó para cubrir la movilidad en la urbe de oriente a poniente, beneficiando a 400 mil personas habitantes de las delegaciones más pobladas y de mayor crecimiento en el DF. Esta línea cuyo color distintivo será el dorado se denominará Bicentenario y será la de mayor longitud en América Latina y la más grande en construcción a nivel planetario. Una vez en operación la Línea Dorada permitirá que se dejen de emitir 400 mil toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) al aire de la metrópoli por año.

## LA LÍNEA 1

La Línea 1 (figura II.1.1) Tiene una longitud de 18 Km 828 m (en servicio 16 Km 654 m y el resto se usa para maniobras). Se integra por 20 estaciones, 7 de ellas de correspondencia, 12 de paso y dos terminales; del total, 19 estaciones son subterráneas y una superficial.

El tipo de construcción es subterránea a excepción de la estación Observatorio que es superficial.



Figura II.1.1.- Línea 1 del Metro

## LA LÍNEA 2

La Línea 2 (figura II.1.2) tiene una longitud de 23 Km 431 m (en servicio 20 Km 713 m y el resto se usa para maniobras). Se integra por 24 estaciones, 5 de ellas de correspondencia, 17 de paso y dos terminales; del total, 14 estaciones son subterráneas y 10 superficiales.

La construcción de la línea es superficial de Tasqueña a San Antonio Abad y subterránea de Pino Suárez a Cuatro Caminos.



Figura II.1.2.- Línea 2 del Metro

### LA LÍNEA 3

La Línea 3 (figura II.1.3) tiene una longitud de 23 Km 609 m (en servicio 21 Km 278 m y el resto se usa para maniobras). Se integra por 21 estaciones, 6 de ellas de correspondencia, 13 de paso y 2 terminales; del total, 17 estaciones son subterráneas y 4 superficiales.

El tipo de construcción de la línea es superficial en el tramo Indios Verdes-Potrero y la estación Universidad, el resto de la línea es subterránea.



Figura II.1.3.- Línea 3 del Metro

## LA LÍNEA 4

La Línea 4 (figura II.1.4) tiene una longitud de 10 Km 747 m (en servicio 9 Km 363 m y el resto se usa para maniobras). Se integra por 10 estaciones, 6 de ellas de correspondencia -incluidas dos terminales-, y 4 de paso; 2 estaciones son superficies y 8 elevadas.

Fue la primera línea en emplear la solución de viaducto elevado. Únicamente las estaciones Martín Carrera y Candelaria son de tipo superficial.



Figura II.1.4.- Línea 4 del Metro

## LA LÍNEA 5

La Línea 5 (figura II.1.5) Tiene una longitud de 15 Km 675 m (en servicio 14 Km 435 m y el resto se usa para maniobras). Se integra por 13 estaciones, 5 de ellas de correspondencia -incluida una de sus terminales -, 7 de paso y una terminal más; del total, 4 estaciones son subterráneas y 9 superficies.

El tipo de construcción es superficial entre las estaciones Politécnico a La Raza, Consulado a Oceanía y la estación Pantitlán; es subterránea de Misterios a Valle Gómez y Terminal Aérea a Hangares.



Figura II.1.5.- Línea 5 del Metro

### LA LÍNEA 6

La Línea 6 (figura II.1.6) tiene una longitud de 13 Km 947 m (en servicio 11 Km 434 m y el resto se usa para maniobras). Se integra por 11 estaciones, 4 de ellas de correspondencia -incluidas las dos terminales-, 7 de paso; del total, 10 estaciones son subterráneas y una superficie.

El tipo de construcción es superficial para la estación El Rosario; es subterránea el resto de la línea.



Figura II.1.6.- Línea 6 del Metro

## LA LÍNEA 7

La Línea 7 (figura II.1.7 tiene una longitud de 18 Km 784 m (en servicio 17 Km 011 m y el resto se usa para maniobras). Se integra por 14 estaciones, 3 de ellas de correspondencia -incluida una de sus terminales-, 10 de paso y una terminal más; del total, 13 estaciones son subterráneas y una superficie.

El trazo de la línea se proyecta al pie de las estribaciones de la Sierra de las Cruces, una zona que se encuentra a mayor altitud que la Ciudad de México. Para compensar la variación de altitudes, se decidió construir la línea a 35 metros bajo la superficie mediante dos técnicas método austriaco y escudo excavador. La técnica requiere el empleo de dovelas de concreto prefabricadas para estabilizar el túnel (las dovelas inferiores soportan los rieles y la barra alimentadora de tensión), debido al uso de estas técnicas se prescindió del uso de balasto. La estación terminal El Rosario es la única de tipo superficial en toda la línea.



**Figura II.1.7.- Línea 7 del Metro**

## LÍNEA 8

La Línea 8 (figura II.1.8) tiene una longitud de 20 Km 078 m (en servicio 17 Km 679 m y el resto se usa para maniobras). Se integra por 19 estaciones, 5 de ellas de correspondencia -incluida una de sus terminales-, 13 de paso y una terminal más; del total, 14 estaciones son subterráneas y 5 superficiales.

El tipo de construcción es superficial en el tramo Aculco-Coyuya y la estación Constitución de 1917; el resto de la línea es de tipo subterránea.



Figura II.1.8.- Línea 8 del Metro

### LA LÍNEA 9

La Línea 9 (figura II.1.9) Tiene una longitud de 15 Km 375 m (en servicio 13 Km 033 m y el resto se usa para maniobras). Se integra por 12 estaciones, 5 de ellas de correspondencia -incluidas las dos terminales-, 7 de paso; del total, 8 estaciones son subterráneas y 4 elevadas.

El tipo de construcción es subterráneo en el tramo Tacubaya-Mixiuhca, de Velódromo a Pantitlán es viaducto elevado.



Figura II.1.9.- Línea 9 del Metro

**LA LÍNEA "A"**

La Línea A (figura II.1.10) tiene una longitud de 17 Km 192 m (en servicio 14 Km 893 m y el resto se usa para maniobras). Se integra por 10 estaciones, 8 de ellas de paso y dos terminales, una con correspondencia; del total, 1 estación es subterránea y 9 superficiales.

El tipo de construcción superficial y solo la estación terminal Pantitlán es subterránea.



Figura II.1.10.- Línea A del Metro

## LA LÍNEA "B"

Línea B (figura II.1.11) tiene una longitud de 23 Km 722 m (en servicio 20 Km 278 m y el resto se usa para maniobras). Se integra por 21 estaciones, 5 de ellas de correspondencia, 14 de paso y dos terminales; del total, 6 estaciones son subterráneas y 11 superficies y 4 elevadas.

El tipo de construcción es subterránea de la terminal Buenavista a la estación Morelos. La línea viaja a través de viaducto elevado de San Lázaro a Oceanía. De Deportivo Oceanía a la terminal Ciudad Azteca la línea es superficial.



Figura II.1.11.- Línea B del Metro

## II.2.- INAUGURACIONES Y AMPLIACIONES EN ORDEN CRONOLÓGICO HASTA 2000

Las inauguraciones y ampliaciones que ha tenido el metro hasta el año 2000, se muestran de manera cronológica en la siguiente tabla:

No.	Línea	Estaciones inauguradas	Estaciones acumuladas a la red	Tramo inaugurado	Fecha de inauguración	Longitud (KM) Inaugurada	Longitud (KM) Acumulada (Línea)	Longitud (KM) Acumulada (Red)
1	1	16	16	Zaragoza - Chapultepec	4 de septiembre de 1969	12.660	12.660	12.660
2	1	1	17	Chapultepec - Juanacatlán	11 de abril de 1970	1.046	13.706	13.706
3	2	11	28	Pino Suárez -Tasqueña	01 de agosto de 1970	11.321	11.321	25.027
4	2	11	39	Tacuba - Pino Suárez	14 de septiembre de 1970	8.101	19.422	33.128
5	1	1	40	Juanacatlán - Tacubaya	20 de noviembre de 1970	1.140	14.846	34.268
6	3	7	47	Tlatelolco - Hospital General	20 de noviembre de 1970	5.441	5.441	39.709
7	1	1	48	Tacubaya - Observatorio	10 de junio de 1972	1.705	16.551	41.414
8	3	1	49	La Raza - Tlatelolco	25 de agosto de 1978	1.389	6.830	42.803
9	3	3	52	Indios Verdes - La Raza	01 de diciembre de 1979	4.901	11.731	47.704
10	3	1	53	Hospital General - Centro Médico	07 de junio de 1980	0.823	12.554	48.527
11	3	4	57	Centro Médico - Zapata	25 de agosto de 1980	4.504	17.058	53.031
12	4	7	64	Candelaria - Martín Carrera	29 de agosto de 1981	7.499	7.499	60.530
13	5	7	71	Consulado - Pantitlán	19 de diciembre de 1981	9.154	9.154	69.684
14	4	3	74	Santa Anita - Candelaria	26 de mayo de 1982	3.248	10.747	72.932
15	5	3	77	La Raza - Consulado	01 de julio de 1982	3.088	12.242	76.020
16	5	3	80	Politécnico - La Raza	30 de agosto de 1982	3.433	15.675	79.453
17	3	5	85	Zapata - Universidad	30 de agosto de 1983	6.551	23.609	86.004
18	6	7	92	El Rosario - Instituto del Petróleo	21 de diciembre de 1983	9.264	9.264	95.268
19	1	1	93	Pantitlán - Zaragoza	22 de agosto de 1984	2.277	18.828	97.545
20	2	2	95	Cuatro Caminos - Tacuba	22 de agosto de 1984	4.009	23.431	101.554
21	7	4	99	Tacuba - Auditorio	20 de diciembre de 1984	5.424	5.424	106.978
22	7	2	101	Auditorio - Tacubaya	23 de agosto de 1985	2.730	8.154	109.708
23	7	4	105	Tacubaya - Barranca del Muerto	19 de diciembre de 1985	5.040	13.194	114.748
24	6	4	109	Instituto del Petróleo - Martín Carrera	08 de julio de 1986	4.683	13.947	119.431
25	9	9	118	Pantitlán - Centro Médico	26 de agosto de 1987	11.669	11.669	131.100
26	9	3	121	Centro Médico - Tacubaya	29 de agosto de 1988	3.706	15.375	134.806
27	7	4	125	El Rosario - Tacuba	29 de noviembre de 1988	5.590	18.784	140.396
28	A	10	135	Pantitlán - La Paz	12 de agosto de 1991	17.192	17.192	157.588
29	8	19	154	Garibaldi - Constitución de 1917	20 de julio de 1994	20.078	20.078	177.666
30	B	13	167	Villa de Aragón - Buenavista	15 de diciembre de 1999	12.139	12.139	189.805
31	B	8	175	Ciudad Azteca - Nezahualcóyotl	30 de noviembre del 2000	11.583	23.722	201.388
<b>RED</b>	<b>11</b>	<b>-</b>	<b>175</b>		<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>201.388</b>

Tabla 1.- Cronología de inauguración y ampliaciones del Sistema Colectivo Metro.

## II.3.- Proyecto Línea 12

Como resultado de un crecimiento explosivo en los últimos años, la ciudad de México tiene la necesidad de contar con un sistema de transporte colectivo que garantice el desplazamiento oportuno y eficiente de su población a través de su geografía extendida. En este sentido, el Gobierno del Distrito Federal (GDF) ha creado la organización del Proyecto Metro del Distrito Federal (PMDF) para impulsar el diseño y la construcción de la Línea 12 (figura II.3.1) que correrá de Mixcoac a Tláhuac.



Figura II.3.1.- Línea 12 del metro

Esta línea cuenta con las siguientes características físicas, técnicas y operativas generalizadas:

- 24.5 Km de recorrido de la Línea desde Tláhuac hasta Mixcoac
- 20 estaciones de las cuales 4 son de correspondencia con otras líneas
- 35 trenes de rodada férrea de 8 vagones cada uno
- Pilotaje automático digital
- Alimentación de energía: en alta tensión 230 KVA
- Tracción: línea elevadiza de contacto (catenaria) de 15000 vcc
- Radiotelefonía
- Desplazamiento promedio de 12 millones de personas al mes

- Preparaciones para continuidad de la Red
- Áreas de estacionamiento
- Ciclo vías para bicicletas en todas las estaciones
- Infraestructura planeada considerando necesidades de operación y mantenimiento de la Línea
- Alternativa de integración del comercio formal e informal en terminales y estaciones
- Estaciones con servicio de internet, sanitarios, guarderías, elevadores, guía táctil
- Equipamiento para la seguridad pública con vigilancia en las instalaciones y mejor alumbrado público en la zona de fluencia
- Se incrementara a 226 km de red del Metro del Distrito Federal
- Se incrementara a 195 estaciones de red del Metro del Distrito Federal

Estas características fueron propuestas, analizadas e implementadas en base a estudios previos como la demanda de transporte, análisis costo-beneficio, rentabilidad del proyecto, entre otros. Con las cuales se obtendrán una serie de beneficios sociales, económicos y ecológicos, como:

- ✓ Disminución de tiempo de transito vial hasta por 2 horas y media
- ✓ Ahorro en el gasto diario de transporte de las familias
- ✓ Disminución de contaminación ambiental por emisiones de gases y ruidos que producen los vehículos de las familias
- ✓ Se mejora la calidad de vida de la población al sur-oriente de la ciudad
- ✓ Se detonarán proyectos públicos y privados a causa de la inversión en Metro
- ✓ Se aumentara la productividad de la Ciudad al reducir el tiempo de transporte de los habitantes hasta por 1 hora 15 minutos
- ✓ Se ofrecerán opciones de conexión del sur-oriente con las principales zonas de servicios, empleos, educación y recreación de la ciudad

Esta obra, en sus 24 Km de recorrido, tendrá diferentes sistemas constructivos debido al trazo de la misma y los estudios geotécnicos realizados en ella. Por lo que para su construcción se dividió la línea en 4 tramos:

- Tramo superficial con longitud de 1,637 m. comenzando en predios baldíos de Tláhuac
- Tramo elevado con longitud de 13,740 m. corriendo al centro de la Av. Tláhuac hasta la calle de Ganaderos donde se convierte en
- Tramo cajón subterráneo con longitud de 1,296 m. donde gira con esta solución sobre Av. Ermita-Iztapalapa hasta la calle de Centeno convirtiéndose en
- Tramo en túnel con longitud de 7,368 m. excavado con escudo EPB hasta Mixcoac

A continuación se muestra un croquis indicando el trazo actual de todas las líneas del metro, sus estaciones, terminales y correspondencias.

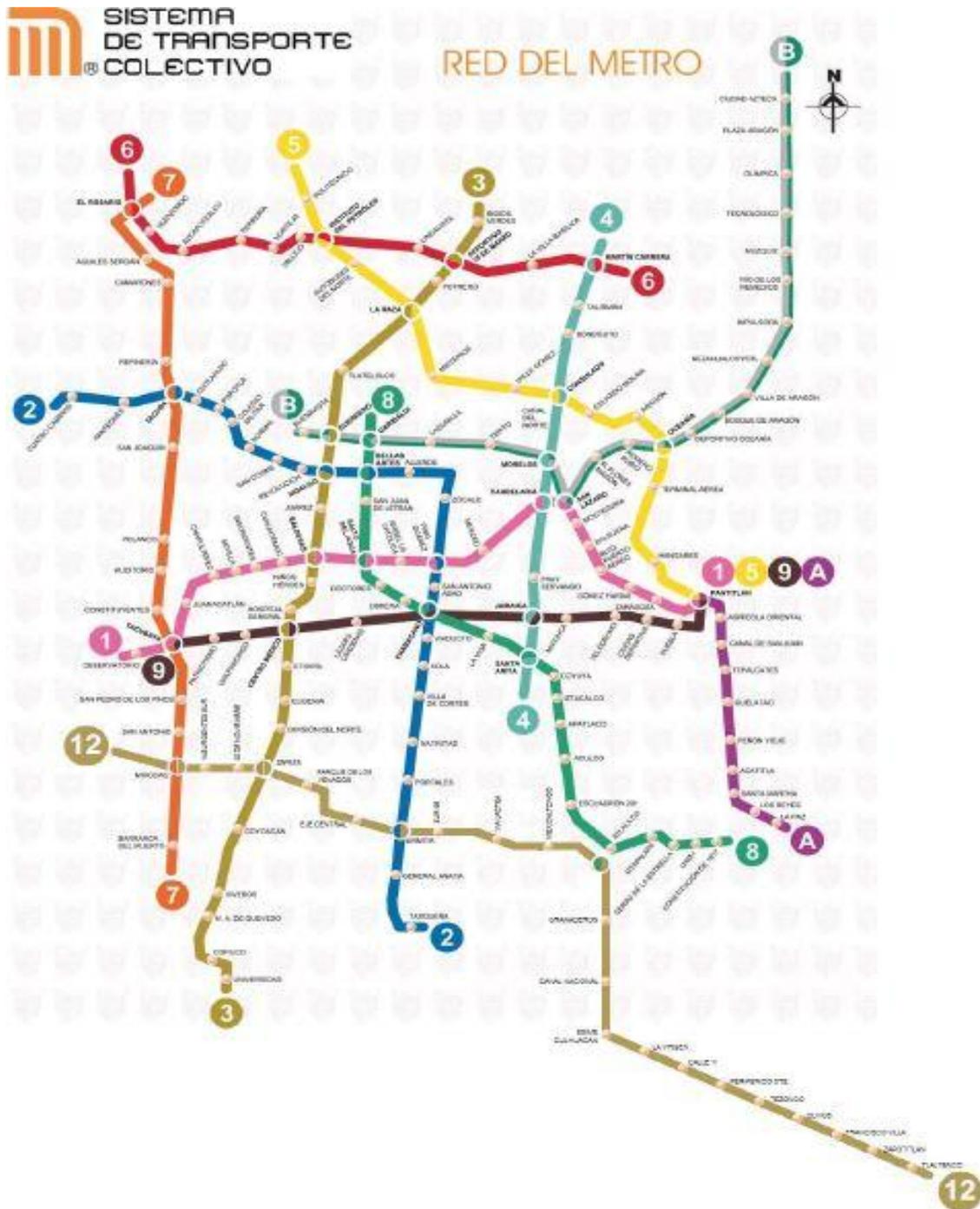


Figura II.3.2.- Redes del Sistema Colectivo Metro.

## *II.3.1.- Origen del Proyecto Línea 12*

En la Ciudad de México se vive una problemática diaria con el transporte, los habitantes pierden tiempo en transportarse desde su hogar hasta su lugar de trabajo. La demanda estimada es superior a los 367,000 pasajeros diarios en día laborable, con lo cual la Línea 12 pasará a ocupar el cuarto lugar de la Red de Metro, misma que podrá alcanzar los 450,000 con el ordenamiento del transporte colectivo y la redistribución de viajes locales y regionales.

Por tal motivo se proyecta la Línea 12 del Metro, de acuerdo con el Plan Maestro del Metro, para satisfacer la demanda de transporte de la actual población de la Ciudad de México. Esta línea tiene como finalidad agilizar la movilidad de los habitantes de las 7 delegaciones por las que cruza la línea: Tláhuac, Iztapalapa, Coyoacán, Benito Juárez, Xochimilco, Milpa Alta y Álvaro Obregón.

En el año 2007 se comenzaron los estudios de impacto ambiental, para poder dar inicio a la construcción de la nueva línea, "La Línea 12 del Metro de la Ciudad de México". La línea Dorada es una de las obras más importantes de los últimos años en el Distrito Federal.

El 20 de junio de 2008, el Sistema de Transporte Colectivo presentó la Manifestación de Impacto Ambiental Específica (MIAE), para el proyecto integral de la Línea 12 del Metro Tláhuac – Mixcoac, ante la Secretaría del Medio Ambiente (folio de ingreso 18235/2008).

El 29 de agosto de 2008, la Secretaría del Medio Ambiente emite el resolutivo SMA/DGRA/DEIA/005417/2008, de la autorización parcial condicionada en materia de impacto ambiental al Sistema de Transporte Colectivo para la construcción y operación de la Línea 12 del Metro Tláhuac - Mixcoac.

Los estudios y análisis base del propósito son:

- Estudio de pre factibilidad de Línea 12 (2000-2002)
- Estudio para proyecto de Metrobús en los corredores: Tláhuac-Tasqueña y Santa Martha-Mixcoac (Eje 8 Sur) 2002-2004.
- Encuesta de origen y destino 1994.
- Encuesta de movilidad a 475,000 usuarios en la Red (2007)
- Encuesta de aceptación organizadas en el presente año, por los jefes delegacionales.
- Consulta Verde, con una participación mayor a las 1 033,000 personas.
- Actualización del Estudio de Demanda para la Línea 12 Tláhuac – Mixcoac.

### II.3.2.- Organigrama funcional del Proyecto Línea 12

Para la construcción de la Línea 12 se constituyó el Consorcio ALSTOM-CARSO-ICA, ganador del concurso correspondiente, para acometer este proyecto que, técnicamente, se resuelve en cuatro formas distintas según el tramo: túnel, cajón, superficie y tramo elevado. En la Figura II.3.2.1 se puede observar el organigrama indicando la participación de las diferentes organizaciones en el Proyecto de la Línea 12 del Metro de la Ciudad de México.

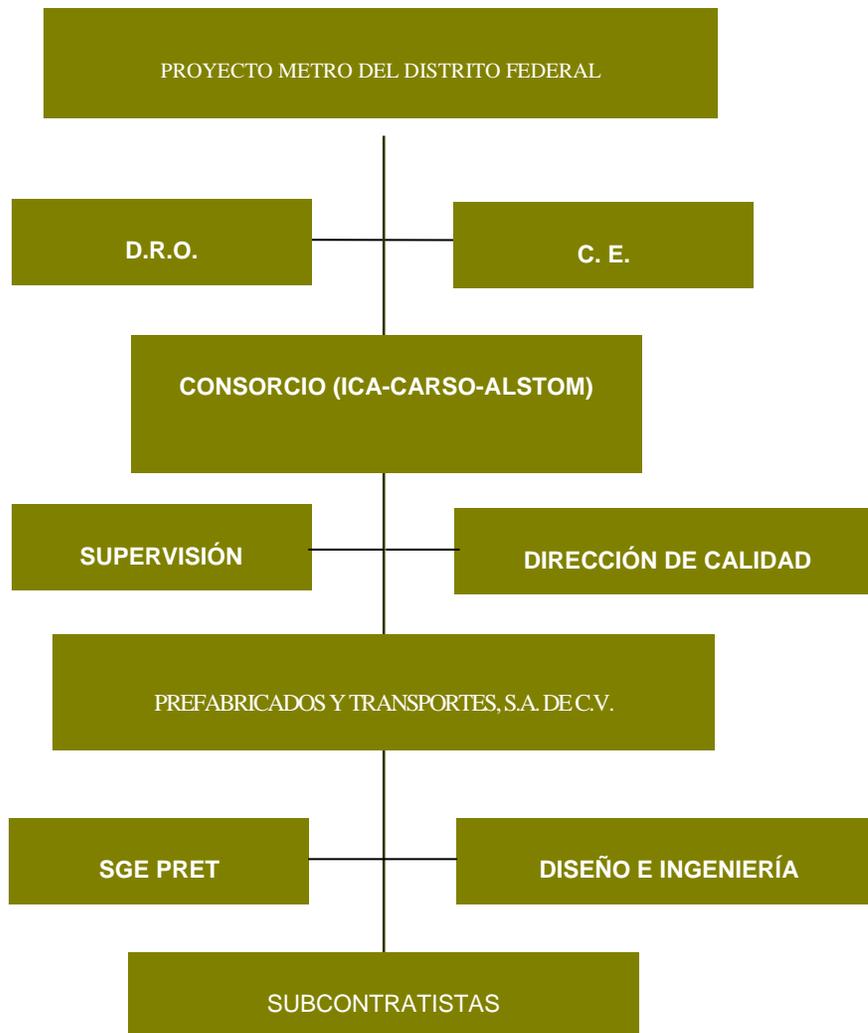


Figura II.3.2.1.- Organigrama Funcional del Proyecto Metro, Línea 12.

Estas organizaciones son los responsables de desarrollar y participar en las diferentes etapas del Proyecto, mediante las líneas de comunicación y autoridades asignadas, para el cumplimiento de las funciones y responsabilidades que se describen a continuación:

**Cliente:**

CONSORCIO (ICA – CARSO - ALSTOM) Representado por el Ing. Felipe Martínez Álvarez. Encarga a PRET, que acepta el encargo, la ejecución de los contratos relacionados con la fabricación, transporte y montaje de elementos de concreto pretensado, prefabricados para la construcción de la línea 12 del metro de la Ciudad de México.

**Supervisión:**

IAC, S.A. DE C.V.

- a) La empresa IAC, S.A. DE C.V. es quien supervisa y controla la actuación del Contratista o contratistas intervinientes en la producción.
- b) La Supervisión actuará como representante del PMDF en el sitio de la obra.
- c) Cualquier orden o autorización emanada de la supervisión se transmitirá a través del Consorcio.

**Contratista:**

PREFABRICADOS Y TRANSPORTES, S.A. DE C.V., (PRET) quien ha analizado el proyecto y las condiciones para asumir la realización de los trabajos de fabricación, transporte y montaje de elementos de concreto pretensados y ha examinado toda la documentación, encontrándola suficiente para llevar a buen término la fabricación total de las obras según se estipula en los contratos correspondientes.

**Subcontratos:**

Los subcontratistas aseguran que han revisado los documentos técnicos, normativos y ejecutivos que les fueron entregados y explicados para los trabajos que se asignan, aclarando el alcance y las dudas del proceso, trabajo y del Sistema de Gestión de PRET, en el desarrollo de sus actividades. El subcontratista y su personal, aceptan aplicar el Sistema de Gestión de PRET, con enfoque en la planeación, ejecución, control y cierre, aplicando acciones que permitan cumplir los requisitos de tiempo, costo, calidad, seguridad y protección al medio ambiente, del contrato que tiene PRET con el Consorcio, por lo que PRET lo considera como un área más de su organización y está incluida para la inducción, implantación, operación, revisión y mejora del sistema.

A continuación se muestra la estructura organizacional de PRET donde se detalla el personal y niveles que se requieren para el proyecto del metro línea 12, en el cuál también se tiene considerado el personal que ejecuta la obra civil ICA CU y se puede observar la relación que existe entre ambas divisiones.

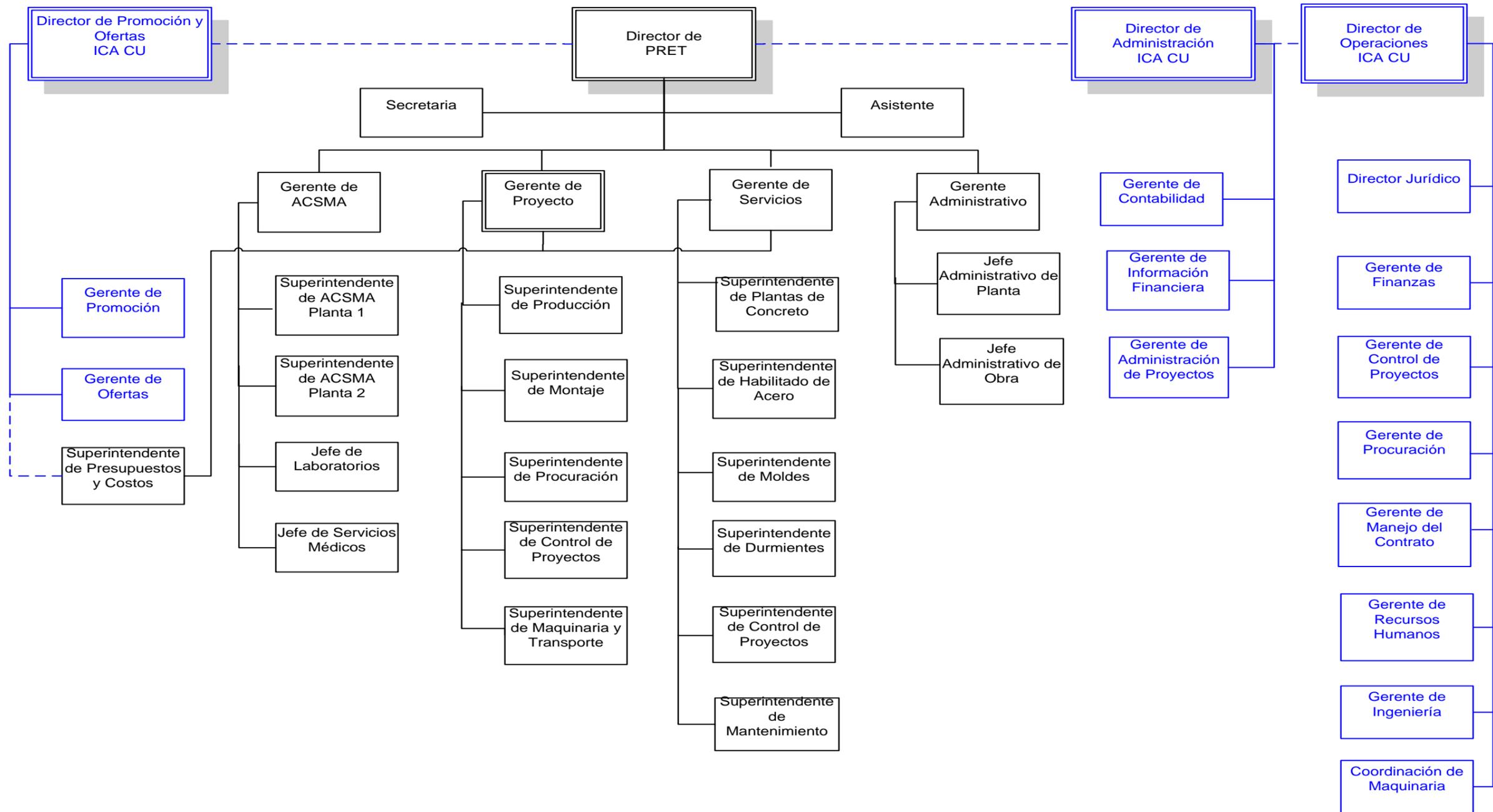
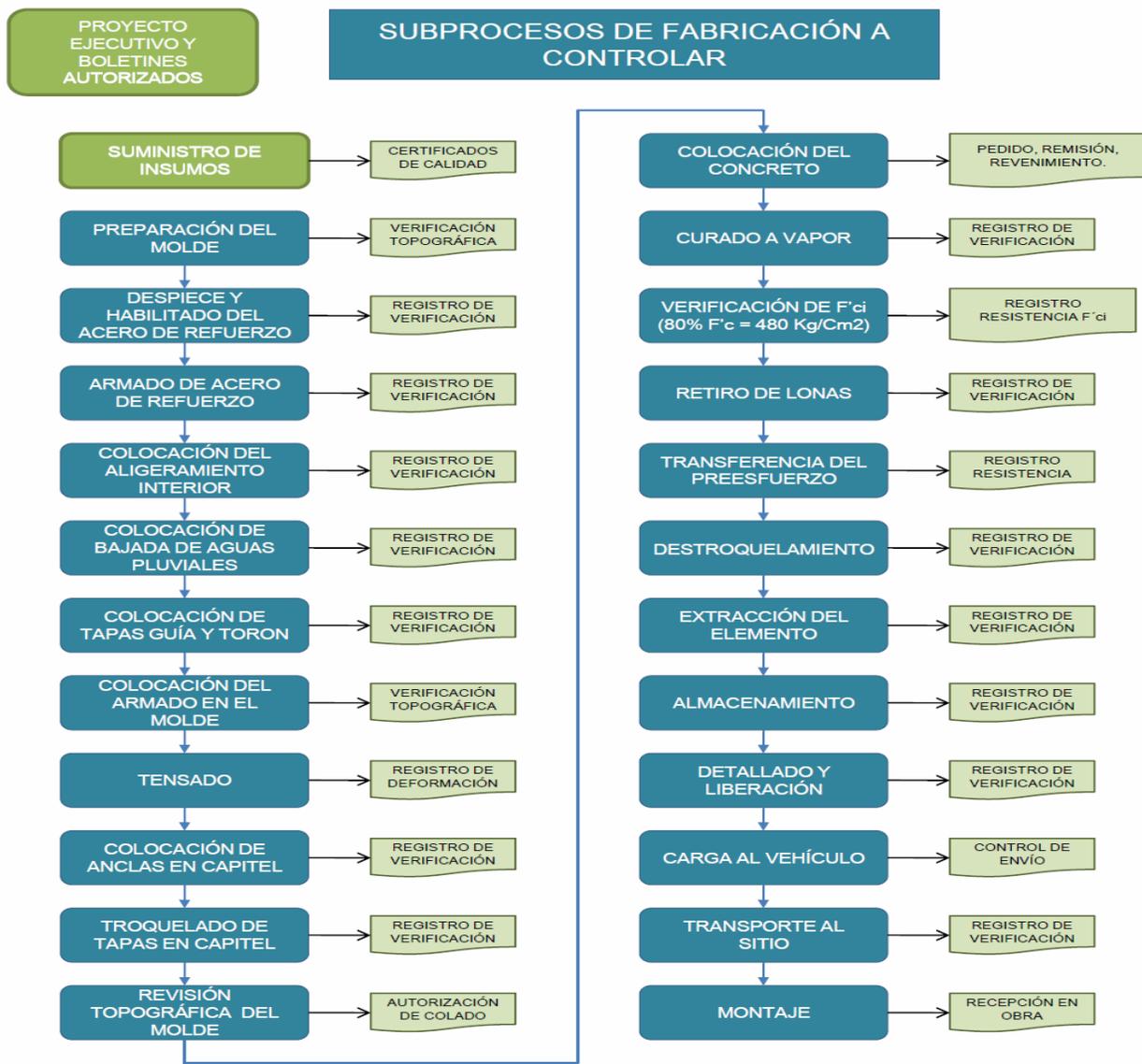


Figura II.3.2.1.- Organigrama de ICA PRET. Fuente: Área de calidad de PRET

## CAPITULO III.- ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

### PLAN DE CALIDAD

Este documento establece la metodología de trabajo, las responsabilidades y la integración de los documentos básicos para satisfacer los requerimientos contractuales del cliente, en cuanto a diseño, fabricación, transporte y montaje, así como los lineamientos y objetivos de Prefabricados y Transportes, S.A. de C.V. En la figura III.1.1 que se muestra a continuación se describe de manera general el método de verificación de la calidad para cada subproceso:



**Figura III.1.1.- Diagrama de flujo del Plan de Calidad PRET**

### *III.1.- Plan de Calidad*

#### Diseño:

Inicia con el proyecto general proporcionado por el Consorcio, el cual a su vez, es resultado de los 'términos de referencia' del PMDF; siguiendo con el proyecto y diseño estructural que proporciona PRET a través de su proveedor de diseño y cálculo estructural, RIOBÓO; continúa con la emisión de 'Boletines' que adecuan el diseño o proyecto general a las particularidades que enfrenta cada elemento; y para finalmente terminar con la integración de un expediente ('dossier') por elemento que será entregado a la supervisión para su revisión y análisis.

#### Fabricación:

Empieza con la definición de un Plan de Arranque que organiza los recursos planeados con el objetivo de poner en marcha el proyecto de manera ordenada hasta lograr su estabilización o normalización. Continúa con el Plan de Calidad que describe el modo de mantener los procesos productivos 'normalizados', apoyado con el Plan de Control de Procesos que, como su nombre lo indica, refiere todos los puntos de control a lo largo del proceso general y subprocesos. Este control de calidad especificado en un diagrama de flujo de los procesos, obliga a un Plan de Inspección y Prueba que materializa cada ensaye y prueba necesarios a lo largo del proceso de fabricación.

#### Cierre:

Al terminar el proyecto se debe concluir, de manera ordenada, las actividades de prefabricación, transporte y montaje, por lo que se cuenta con un Plan de Cierre y Desalojo.

### *III.2.- Implementación del Sistema de Gestión (SIGE).*

El sistema de gestión de calidad, seguridad y medio ambiente de PRET está basado en los requisitos de las normas ISO-9001:2008, ISO-14001:2004 y el estándar BS-OHSAS-18001:2007. Definiendo de la siguiente manera el Alcance del SIGE de PREFABRICADOS Y TRANSPORTES. “Promoción, fabricación, transporte, montaje y conclusión de proyectos de suministros y colocación de elementos prefabricados en la industria de la construcción”.

El manual de gestión se considera como documento rector del Sistema de Gestión de PRET. Donde se determinan las **Exclusiones del Sistema de Gestión** conforme a la norma ISO-9001:2008, indicadas en las siguientes cláusulas:

#### **DETERMINACIÓN DE LOS REQUISITOS RELACIONADOS CON EL PRODUCTO.**

La norma ISO-90001:2008 dice que “la organización debe determinar los requisitos especificados por el cliente, incluyendo los requisitos de entrega y actividades posteriores a esta”.

Debido a que el alcance de las actividades de PRET termina hasta el montaje de los elementos prefabricados, se excluye el Sistema de Gestión el concepto “actividades posteriores a esta”.

#### **DISEÑO Y DESARROLLO.**

En los proyecto asignados a PRET, dentro del alcance del sistema, no se a requerido hacer la ingeniería ni el diseño de los elementos prefabricados contratados.

#### **CONTROL DE LA PRODUCCION Y LA PRESTACION DEL SERVICIO.**

En este inicio la norma establece que “las condiciones controladas deben incluir, como sean aplicables: f) la implementación de actividades para liberación, entrega posteriores a la entrega del producto”.

En virtud de no tener actividades posteriores al montaje de los elementos prefabricados, el concepto “posteriores a la entrega del producto” no es aplicable (se excluye del Sistema de Gestión de PRET).

**VALIDACION DE PROCESOS PARA LA PRODUCCION Y LA PRESTACION DEL SERVICIO.**

En este punto relacionado con el concepto de procesos especiales, PRET considera que dentro de sus Sistema de Gestión no es aplicable, debido a que todos sus procesos son verificables durante su desarrollo y antes de la entrega del producto /servicio al cliente.

Derivado de la planeación estratégica PRET definió el Sistema de Gestión usando un modelo sistemático basado en procesos, en la figura III.2.1 se puede observar este modelo así como la interrelación entre los procesos definidos en el Sistema.

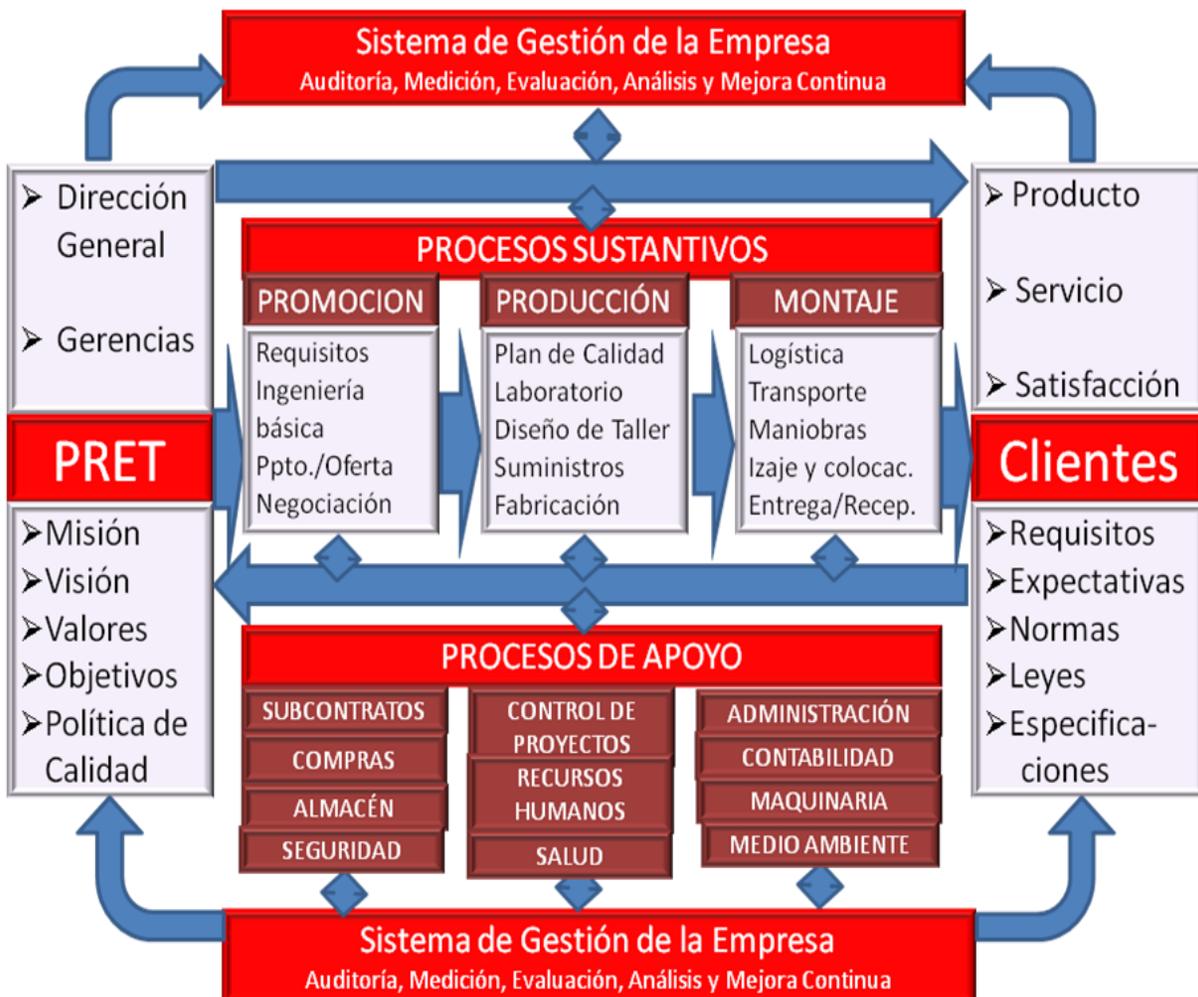


Figura III.2.1.- Modelo del SIGE y la interrelación de los procesos. Fuente Área de calidad de PRET.

En el siguiente diagrama de flujo se indican los pasos para realizar los prefabricados, mostrando las etapas que deben cumplir para su aprobación y satisfacción del cliente, se observa que desde un inicio se revisa el proyecto, se autoriza, se fabrica, se envía a la obra y se monta el elemento.

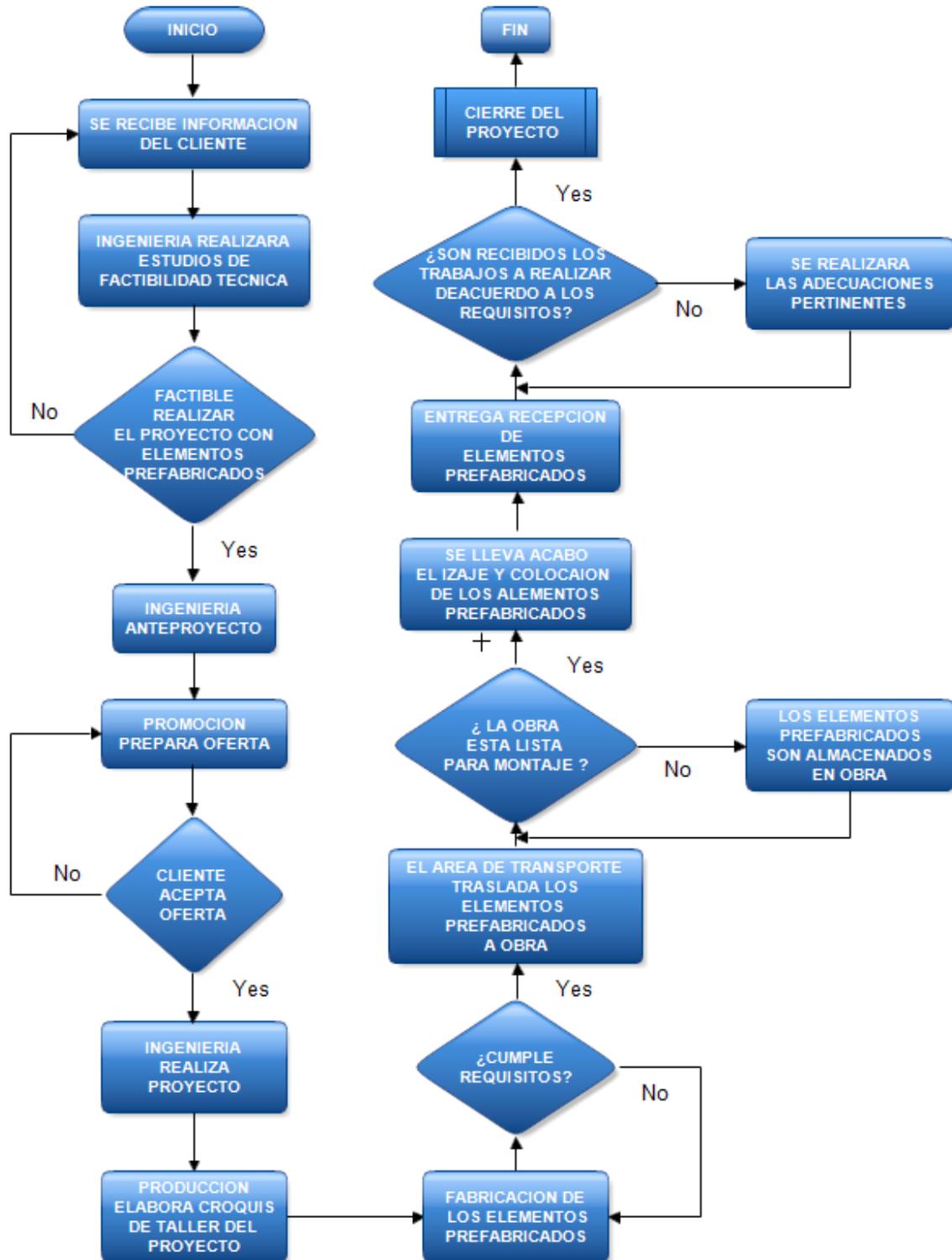


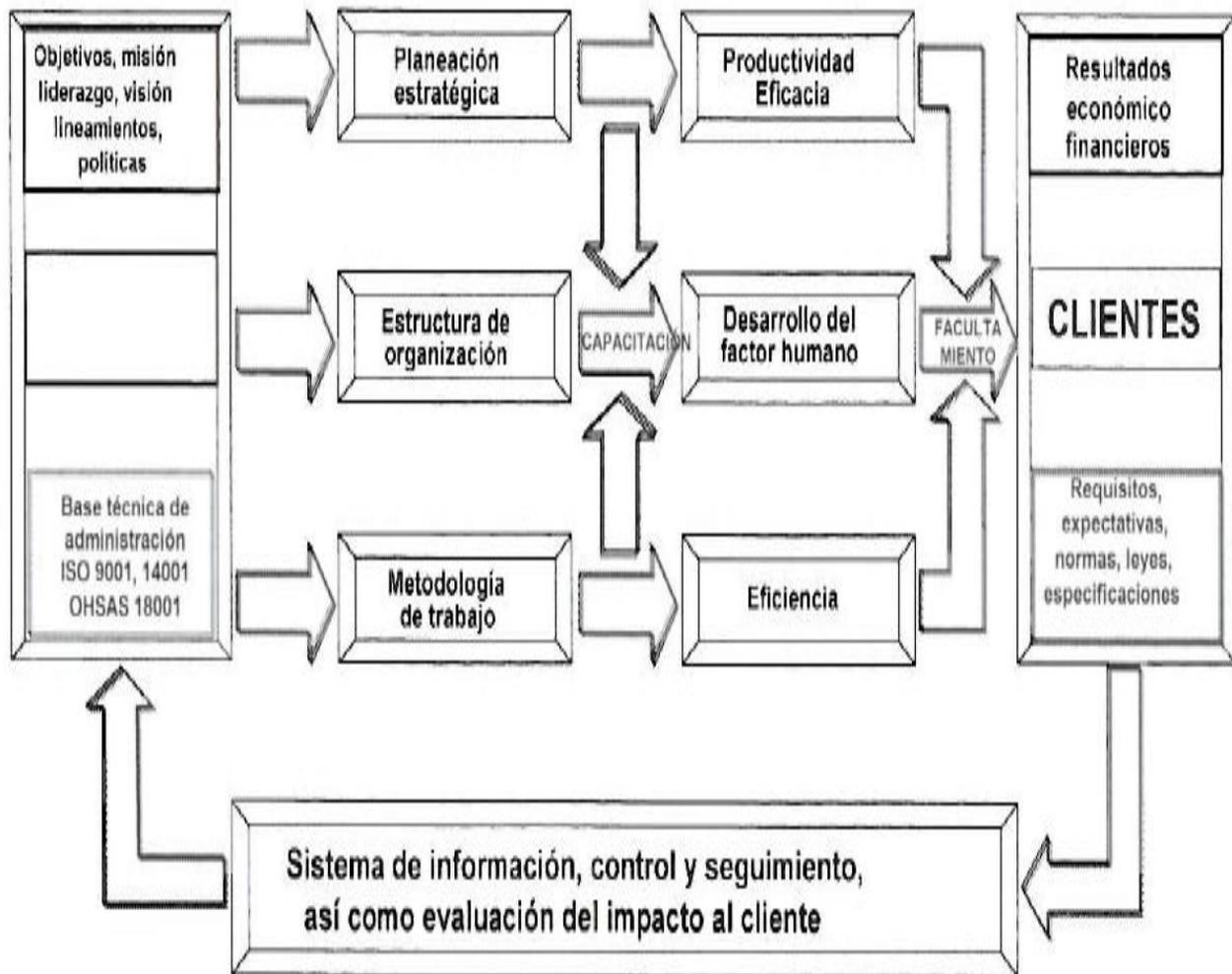
Figura III.2.2.- Diagrama de flujo de seguimiento al Plan de Calidad. Fuente Área de calidad de PRET.

La documentación usada en el Sistema de Gestión de PRET se estructura en 4 niveles de acuerdo a la importancia y uso eficaz en la planificación, operación y control de procesos en la figura III.2.5 se muestra esta estructura documental.



Figura III.2.5.- Estructura documental. Fuente Área de calidad de PRET.

El modelo de administración asegura el cumplimiento con las especificaciones del cliente trabajando con un enfoque hacia la mejora continua a través de la definición de los objetivos, la planeación, la estrategia, el desarrollo y el logro de resultados.



**Figura III.2.3.- Modelo de Administración de PRET. Fuente Área de calidad de PRET.**

\*Para asegurar que la operación así como el control de los procesos sean eficaces, en cada área se documenta y se determinan los indicadores de cumplimiento asociados a los objetivos de calidad.

\*La disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de los procesos se logra con la propuesta que la dirección general de PRET elabora anualmente que recibe el nombre de plan anual, el cual contiene objetivos, indicadores, metas y a partir del mismo formula el proyecto presupuestal.

\*El seguimiento, medición y análisis de los procesos, así como la determinación de acciones necesarias para alcanzar los resultados planeados y la mejora continua de estos procesos se realiza a través de:

- a) Revisiones quincenales de avance de proyecto y metas de reuniones de trabajo con la dirección general
- b) Seguimiento de las metas en cada una de las áreas, a través de los informes mensuales al sistema de información PROFICA e informes mensuales al comité. De lo anterior se derivan las acciones correctivas y preventivas necesarias en caso de alguna desviación al cumplimiento de las metas establecidas.

La gestión de los procesos, se hace de acuerdo a los objetivos y metas definidas en los proyectos para cada una de las áreas.

Cuando PRET contrata externamente procesos o servicios que afectan la conformidad de los productos o servicios que ofrece a sus usuarios o clientes, a la seguridad o al medio ambiente en sus instalaciones, se asegura de controlar dichos procesos a través de los lineamientos establecidos en los contratos.

La Dirección de PRET ha declarado, comunicado la Política de Calidad, Seguridad y Medio Ambiente a su personal, clientes, subcontratista y otros interesados, por medio de publicaciones electrónicas e impresas en sus diferentes filiales.



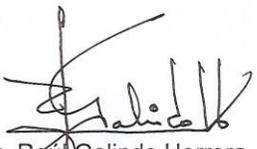
México, D. F. 21 de Febrero de 2011

## Política de Gestión Integral

PRET es una empresa líder en prefabricados de concreto con el compromiso de satisfacer plenamente las necesidades de nuestros clientes en la industria de la construcción; prevenir y mitigar los impactos ambientales asociados a nuestras actividades; identificar y controlar los riesgos a la seguridad y la salud del personal relacionado con los proyectos que desarrollamos, e interactuar positivamente con el entorno mediante una activa política de responsabilidad social, a través de:

- El cumplimiento de los requisitos contractuales, normativos y legales a que haya lugar
- La mejora continua y el trabajo en equipo
- Un alto nivel de competencia y desempeño con apego a los valores éticos de PRET

Soportados por el Sistema de Gestión Integral de la empresa.

  
Arq. Raúl Galindo Herrera  
Director General

Prefabricados y Transportes SA de CV

Blvd. Manuel Avila Camacho 36, 5to. piso, Lomas de Chapultepec C.P. 11000 México, D.F. Tel.: 5272 9991 exts: 2266 y 2267

prefabricando,  
mexico

**Figura III.2.4.- Política de Gestión Integral. Fuente: Área de calidad de PRET**

Los objetivos generales de calidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente de PRET son los siguientes:

- A) Entregar oportunamente el producto/servicio al cliente
- B) Administrar de manera eficiente los recursos humanos, materiales y financieros de PRET
- C) Contar con un Sistema de Gestión eficaz y adecuado a las expectativas de los clientes
- D) Prevenir accidentes y enfermedades de trabajo
- E) Optimizar el consumo de materiales, combustibles, energía y agua
- F) Prevenir la contaminación del medio ambiente
- G) Cumplir con la legislación aplicable en materia del medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo

### **PLANEACIÓN DE LA REALIZACIÓN DEL PRODUCTO**

En la concordancia con las líneas y proyectos estratégicos, PRET planea y desarrolla los procesos para la realización de los productos que proporciona. Estos procesos quedan establecidos con base a la planeación estratégica de las asignaciones derivadas de ICA construcción urbana (ICACU), cuyo análisis de necesidades y logística de ejecución determina cada una de las áreas, de acuerdo con

- a) Los objetivos de calidad y los requisitos para el producto/servicio
- b) La documentación del sistema de gestión y la asignación de los recursos para realización del mismo,
- c) Las actividades requeridas de verificación, validación, seguimiento e inspección específicas para los productos/servicios, así como los criterios de aceptación y
- d) Los registros que sean necesarios para proporcionar evidencia de que los productos/servicios cumplen los requisitos.

### **PROCESOS RELACIONADOS CON EL CLIENTE/USUARIO**

De manera general, PRET recibe una serie de solicitudes de servicios de prefabricación a través de la dirección general y de las gerencias de proyecto en las que se especifican necesidades y requisitos. Estos se atienden conforme se reciben de ICA CU, en algunos casos requieren de mayor información para satisfacer las necesidades expuestas, lo que se ha solicitado por los mismos medios, la información adicional que garantice una total comprensión de las necesidades y requisitos solicitados, para determinar:

- a) Especificaciones del cliente/usuario
- b) Los no establecidos por el cliente/usuario, pero necesarios uso especificado o para el uso previsto, cuando sea conocido.
- c) Los legales y reglamentarios relacionados con el producto/servicio

d) Cualquier otro adicional

## **REVISIÓN DE LOS REQUISITOS RELACIONADOS CON EL PRODUCTO**

Durante la etapa de la recepción y revisión de solicitudes PRET se asegura que:

- a) Los requisitos se definen correctamente, a través de las diversas reuniones que se tiene con los representantes de ICA CU y con áreas de ingeniería de ambas partes
- b) Se resuelve las diferencias existentes entre los requisitos definidos con el cliente previamente y los contenidos con la propuesta de subcontrato, y
- c) La organización tenga la capacidad de entender y resolver o satisfacerlos.

Cuando existe un cambio en los requisitos, PRET se asegura que la documentación pertinente sea modificada y que el personal correspondiente sea consiente de los requisitos modificados. **El** mecanismo para estas actividades es el envío y recepción de oficios memorandos, faxes, correo electrónico, entre otros.

## **COMUNICACIÓN CON EL CLIENTE**

PRET determina e implanta disposiciones para la comunicación con el cliente relativas a :

- a) La información sobre los productos y servicios.  
Para el servicio de prefabricación, la evidencia de cumplimiento se encuentra en el envío de la(s) propuesta(s) con acuse o en cualquier otro medio de comunicación escrita.  
Para la elaboración de anteproyectos y presupuesto, es mediante el envío de oficios y reuniones, cuando se requiere.  
En el seguimiento de proyectos es la minuta de reuniones de coordinación que se registra en la comunicación con el cliente
- b) Las consultas asesorías y retroalimentación del cliente, incluyendo sus quejas y/o sugerencias de determinando acuerdo con el instructivo “atención de quejas y sugerencias de servicios y/o productos”

## **COMPRAS**

PRET se asegura que el producto adquirido cumple con los requisitos de compra especificados.

PRET selecciona evalúa y reevalúa a los proveedores de bienes y servicios, así como subcontratistas, mediante el establecimiento de criterios para selección, evaluación y revaluación; manteniendo los registros de estas acciones.

## **INFORMACIÓN PARA LAS COMPRAS**

A través de procedimientos definidos para el almacén se asegura que la información de las compras incluye la descripción del producto o servicio a ser comprado, cuando sea apropiado:

- a) Los requisitos para la aprobación de los bienes y/o servicios
- b) Los requisitos para la calificación del personal del proveedor
- c) Los requisitos del sistema de gestión del proveedor

PRET se asegura de la adecuación de los requisitos de compras especificados antes de comunicárselos al proveedor.

## **VERIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS COMPRADOS**

PRET establece e implementa las acciones de inspección para asegurarse que los bienes y/o servicios adquiridos cumplen los requisitos de compra especificados, a través de las actividades de recepción de materiales en el área de almacén generando los registros pertinentes.

Cuando desea verificar los bienes o servicios a adquirir o contratar en las instalaciones del proveedor, se establece así en la requisición de compra.

## **PRODUCCION Y PRESTACION DEL SERVICIO**

PRET planea y lleva a cabo la prestación del servicio bajo condiciones controladas las cuales están descritas en los procedimientos operativos de las áreas correspondientes.

Las condiciones controladas incluyen, cuando es aplicable:

- a) La disponibilidad de información que describe las características del servicio
- b) La disponibilidad de instrucciones de trabajo, cuando es necesario
- c) Los mecanismos de seguimiento y de la medición aplicables
- d) La implantación de actividades para la liberación y entrega del servicio

## **IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD**

PRET identifica el producto a través de las diversas etapas de realización, incluido el almacenamiento, mediante la aplicación de un instructivo documentado para la identificación y trazabilidad del producto.

PRET identifica el estado del producto en relación con los requisitos del seguimiento y medición, durante la realización del mismo y en la etapa de almacenamiento.

### **PROPIEDAD DEL CLIENTE**

Cuando PRET resguarda bienes propiedad del cliente que vaya a ser incorporados al producto o servicio intencionado o que sean utilizados en los procesos de la organización, se identifica, verifican, protegen y salvaguardan. Así mismo, cuando cualquier propiedad del cliente se pierde deteriora o se encuentra inadecuada para el, uso, la organización mantiene registros y los reporta al cliente.

### **PRESERVACIÓN DEL PRODUCTO**

PRET identifica, maneja, almacena y protege los elementos prefabricados de acuerdo a lo indicado en el procedimiento para el manejo, detallado y resguardado de elementos donde se indican las actividades para preservar la conformidad de los mismos durante el proceso interno y la entrega.

### **CONTROL DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGUIMIENTO Y DE MEDICIÓN**

En PRET se determinan los equipos de seguimiento y medición de los procesos para verificar la conformidad con los requisitos de los productos/servicios proporcionados por los clientes

PRET cuenta con equipos de medición los cuales son controlados a través de las siguientes acciones:

- a) Calibraciones o verificaciones, o ambos, a intervalos especificados o antes de su utilización, comprobado con patrones de medición trazables a patrones nacionales o internacionales
- b) Ajuste y reajustes
- c) Identificaciones que determinen su estado de calibración
- d) Protecciones contra ajuste que pudiesen invalidar los resultados de la medición
- e) Protecciones contra daños y deterioro durante la manipulación, el mantenimiento y el almacenamiento

### **ANÁLISIS, MEDICIÓN Y MEJORA**

PRET planea e implementa los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora, a través de reuniones gerenciales periódicas establecidas por la dirección donde se presenta el estatus de los proyectos, su grado de avance y resultados parciales o finales, el cumplimiento de objetivos y metas, con el propósito de:

- a) Demostrar la conformidad con los requisitos del producto y de los servicios que proporciona

- b) Asegurar la conformidad y mejorar continuamente el sistema de gestión de la empresa.

Esto se lleva a cabo con el análisis de los resultados obtenidos de los indicadores y el grado de cumplimiento con los objetivos de calidad, seguridad y medio ambiente.

## **SATISFACCIÓN DE CLIENTE**

Para medir el desempeño de los servicios proporcionados, PRET realiza el seguimiento de la información relativa a la percepción del cliente con respecto al cumplimiento de sus requisitos, a través de auditorías de servicios.

## **AUDITORIAS INTERNAS**

PRET lleva a cabo a intervalos planeados auditorías internas para determinar si el sistema de gestión:

- a) Es conforme con la política y los objetivos de calidad, seguridad y medio ambiente y los requisitos para el servicio establecido, los requisitos de las normas internacionales ISO 90001:2008, ISO 140001:2004 Y BS-OHSAS-180001:2007 y los requisitos del sistema de gestión y otros establecidos por PRET
- b) Se ha implantado y se mantiene de manera eficaz.

PRET establece programa de auditorías considerando la importancia de los procesos de calidad, de medio ambiente y seguridad y salud ocupacional, determina las áreas a auditar, los resultados de la evaluación de riesgos, así como los resultados de auditorías previas. Se define los criterios de auditorías, el alcance de las mismas, la frecuencia y metodología. En la selección de los auditores y la realización de las auditorías se asegura su objetividad e imparcialidad.

Esto se realiza conforme a un procedimiento establecido donde se definen las responsabilidades y requisitos para la planeación y realización de auditorías, así como el medio para informar los resultados y mantener los registros propios de la actividad.

## **SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DEL PROCESO**

Las áreas de PRET dan seguimiento a sus procesos utilizando mediciones aplicables a los mismos y través de los procedimientos operativos de cada área. Con esto se demuestra la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados planeados.

Cuando no se alcanza los resultados planeados, se llevan a cabo acciones correctivas para garantizar la conformidad de los servicios prestados.

## **SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DEL PRODUCTO**

Las áreas que miden y dan seguimiento a las características del producto, con el propósito de verificar que se cumplen los requisitos del mismo. Este seguimiento y medición se da desde la determinación de los requisitos del producto hasta su entrega, de acuerdo con lo planeado en los procedimientos operativos de cada área.

Los procedimientos operativos de las áreas hacen referencia a la elaboración y mantenimiento de registros, los cuales indican los criterios de aceptación y los responsables de autorizar la liberación del producto y de los servicios prestados, cuando se cumplan con las disposiciones planeadas.

## **CONTROL DEL PRODUCTO NO CONFORME**

PRET se asegura que el producto que no cumple con los requisitos es identificado y controlado para prevenir su uso o entrega no intencional. Así mismo, para mitigar cualquier impacto nocivo producido al medio ambiente o cualquier consecuencia resultante de accidentes o incidentes, por medio de:

- a) Acciones para eliminar la no conformidad detectada
- b) Concesionando el servicio por parte de una autoridad pertinente o por el cliente, cuando así sea requerido
- c) Evitando el uso o aplicación original

PRET mantiene registros de las no conformidades generadas debido a Productos no conformes y de las acciones tomadas posteriormente.

Cuando se corrige un producto no conforme, se somete a una nueva verificación para demostrar su conformidad con los requisitos especificados, antes de su liberación.

Cuando se detecta la entrega de un producto/servicio no conforme, PRET toma las acciones apropiadas respecto a los efectos reales o potenciales de la no conformidad.

## **ANÁLISIS DE DATOS**

PRET determina, recopila y analiza los datos apropiados de sus procesos y a través de los indicadores de cumplimiento con los objetivos de calidad, seguridad y medio ambiente; con esto se demuestra la eficacia del sistema de gestión y ayuda a la toma de acciones de mejora continua. Este análisis incluye los datos generados del resultado de seguimiento y medición y de cualquier otra fuente pertinente.

El análisis de datos realizado nos proporciona información sobre:

- a) La satisfacción del cliente
- b) La conformidad con los requisitos del producto/servicio
- c) Las características y tendencias de los procesos y de los productos / servicios incluyendo las oportunidades para llevar a cabo acciones preventivas
- d) Los proveedores

## **MEJORA CONTINUA**

PRET realiza la mejora continua del sistema de gestión a través de la aplicación de la política de calidad, seguridad y medio ambiente, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorias, el análisis de datos, las acciones correctivas y preventivas, la investigación de accidentes e incidentes y la revisión por la dirección, mediante la elaboración y seguimiento de programas de mejora continua.

## **ACCIÓN CORRECTIVA**

Mediante la aplicación de acciones correctivas PRET asegura que se eliminan las causas que originan las no conformidades y se previene que vuelvan a ocurrir. Las acciones correctivas son apropiadas a los efectos de las no conformidades detectadas.

PRET establece el procedimiento: acciones correctivas y preventivas, que define los requisitos para:

- a) Revisar las no conformidades (incluyendo las quejas y/o sugerencias de los clientes)
- b) Determinar las causas de las no conformidades
- c) Evaluar la necesidad de adoptar acciones para asegurarse de que las no conformidades no vuelvan a ocurrir
- d) Determinar e implantar las acciones necesarias para mitigar o eliminar la no conformidad
- e) Registrar los resultados de las acciones tomadas
- f) Revisar las acciones correctivas tomadas

PRET cuenta con un procedimiento para la investigación de accidentes, incidentes y enfermedades de trabajo, donde se definen los requisitos para:

- a) El manejo de investigación de accidentes e incidentes.
- b) Tomar acciones para mitigar cualquier consecuencia resultante y eliminar su recurrencia.
- c) Conocer el principio, la conclusión y la efectividad de las acciones tomadas

Las acciones definidas son revisadas mediante la metodología de evaluación de riesgos antes de ser implantadas.

### **ACCIÓN PREVENTIVA**

PRET determina acciones para eliminar las causas de no conformidad potenciales para prevenir su ocurrencia. Las acciones preventivas son apropiadas a los efectos de los problemas potenciales.

Se tiene definido en un procedimiento documentado, los requisitos para:

- a) Determinar las no conformidades potenciales y sus causas
- b) Evaluar la necesidad de actuar para prevenir la ocurrencia de no conformidades o accidentes/incidentes
- c) Determinar e implantar las acciones necesarias para evitar su ocurrencia
- d) Registrar los resultados de las acciones tomadas
- e) Revisar la eficacia de las acciones preventivas tomadas

### *III.3.- Herramientas para el Aseguramiento de Calidad*

Durante el proceso de fabricación hablamos de etapas como el armado de acero, el curado a vapor, colocación del torón, el tensado y el colado ¿Cómo nos aseguramos del cumplimiento de calidad en estos procesos?

Debemos mencionar que para complementar estos procesos y seguir cumpliendo con el aseguramiento de la calidad debemos contar con soldadores calificados, hacer las pruebas correspondientes a las soldaduras realizadas, calibrar nuestros equipos de topografía y de laboratorio así como los gatos de tracción, se trabajara con laboratorios acreditados y asegurar la calidad de los materiales para lo cual se le solicitaran a los proveedores los certificados de calidad, por ejemplo la concretera seleccionada para el surtido de concreto tiene que proporcionar el certificado de calidad del cemento, el estudio de agua, la prueba del ion-cloruro, los estudio de granulometría, estudios físicos y químicos de sus agregados, el módulo de elasticidad y la acreditación del laboratorio emitido por una entidad autorizada.

El almacén debe llevar control de los materiales recibidos con el formato de inspección al recibo donde se valida que los materiales recibidos están cumpliendo en calidad, cantidad, tiempo y documentación. Si los materiales cumplen se identifica como material conforme utilizando la etiqueta para producto conforme. En caso de que el material no cumpla se deberá poner la etiqueta de producto no conforme en el material para evitar confusiones y no sea utilizado. Se deberá solicitar al proveedor el cambio del material o la documentación faltante según aplique.

En este proyecto se utilizan únicamente soldaduras para unión como bulbos y soldadura de filete de las cuales se requieren pruebas de radiografías y líquidos penetrantes, estas pruebas las deberá realizar un laboratorio certificado, los soldadores que laboren para nosotros también deben ser certificados por entidades autorizadas.

Para esto solicitaremos la acreditación de todos los laboratorios involucrados tanto los que nos presten el servicio directamente así como los que les proporcionen servicio a los proveedores. A esta documentación se le dará seguimiento ya que la vigencia de la información es por un tiempo, al vencer estos plazos se solicita nuevamente la documentación.

La liberación del producto final es otro punto fundamental, que se lleva a cabo a través de acciones que aseguran una completa y correcta revisión, validando así el cumplimiento con las especificaciones establecidas.

La identificación de los productos finales se realizara usando etiquetas con las leyendas de Producto Conforme o Producto No Conforme, estas se colocaran al final del proceso una vez llevado a cabo la revisión y liberación final de la pieza colocando una etiqueta de producto conforme para aquellas piezas que se encuentren listas para salir, habiendo cumplido con todos los requerimientos solicitados.

Si se identifica con una etiqueta con la leyenda de Producto No Conforme se segrega y se deberá elaborar un reporte de No Conformidad indicando la desviación y causas de porque no puede salir la pieza y se harán las correcciones solicitadas debiendo pasar nuevamente todas las pruebas de calidad para su liberación final.

Para el traslado de la pieza se tendrá todos los registros debidamente autorizados y liberados, en este punto utilizamos el registro de carga al vehículo donde se revisa de manera visual que la pieza tenga sus accesorios, no tenga fisuras, no este golpeada, se haya detallado y se cargue correctamente al vehículo que la va a transportar.

El control de calidad y las pruebas a realizar, se basan al plan de inspección y pruebas (PIP), este plan se elabora para presentárselo al cliente, en el cual le estipulamos como se llevara a cabo el aseguramiento de calidad y que pruebas realizar en cada etapa de la obra, cabe mencionar que las pruebas no aplican en todas las áreas o los procesos, por tal motivo, se realiza una distribución de este documento a todos los gerentes involucrados en el proyecto para que sea de su conocimiento y se pasa al área de calidad, para revisarlo y saber que pruebas se realizaran durante el proceso o que documentación solicitar a los proveedores para saber que sus productos cumplen con los requisitos de calidad solicitados.

Para el seguimiento a estos procesos nos vamos a apoyar en auditorías internas y externas, estas serán con el fin de saber que los manuales y procesos se están utilizando de manera correcta, al detectar alguna desviación se levantara una no conformidad, que consiste en elaborar un reporte donde se analiza la causa raíz de la desviación detectada para determinar el por qué del incumplimiento al procedimiento o especificaciones, se documenta en un formato diseñado para la No Conformidad, donde se especifica los nombres de los responsables involucrados, quienes establecen las acciones que eliminan y evitan la recurrencia de la desviación presentada, se indican la fecha y responsable de llevarla a cabo asegurando su cumplimiento y presentando la evidencia para el cierre de la No conformidad al área de Aseguramiento de Calidad. Para de esta manera trabajar siempre bajo el enfoque de prevención y mejora continua.

## CAPITULO IV.- PROCESO DE FABRICACION DE ELEMENTOS PREFABRICADOS (COLUMNAS Y TRABES)

En el siguiente diagrama de flujo (Figura IV.1) se muestra de manera general el proceso y las actividades más importantes a desarrollar durante el proceso de fabricación, este proceso aplica tanto para columnas como para trabes, ya que los pasos para elaborar prefabricados son los mismos, lo que cambia es el tipo de elemento o el diseño, pero los principios para prefabricados aplican por igual a todos.

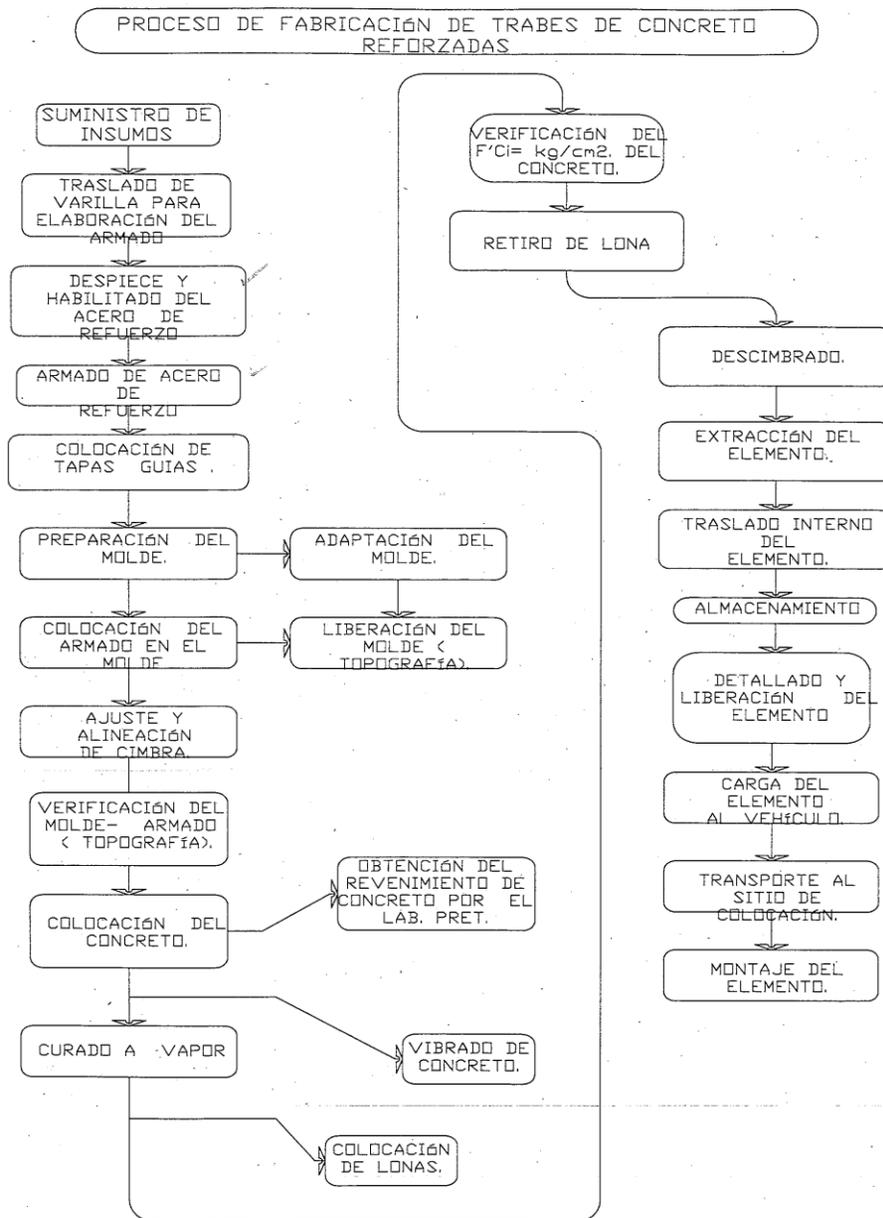


Figura IV.1.- Diagrama del proceso de fabricación de columnas y trabes prefabricadas.

## *IV.1.- Beneficios que se obtienen con la construcción del Proyecto utilizando prefabricados.*

La ingente necesidad de transporte masivo, rápido y económico en la zona metropolitana de la ciudad de México se ve aliviada en parte con la construcción y puesta en operación de este proyecto de tren electrificado que corre sobre riel en la zona sur poniente, sur centro y sur oriente. El tramo elevado que se ubica en el tramo de la zona sur oriente, en la delegación Tlahuac, permitirá el aprovechamiento de las avenidas para el tráfico vehicular del transporte privado y público.

El tramo elevado además, de sus características, es competitivo en relación con otras formas de construcción. Y en particular la prefabricación, permite optimizar los tiempos de construcción y favorece un diseño esbelto que redundará en beneficios económicos y de funcionalidad del proyecto en general.

**¿Qué es un Prefabricado?** .-Se conoce como prefabricación el sistema constructivo basado en el diseño y producción de componentes y subsistemas elaborados en serie, en una fábrica fuera de su ubicación final, tras una fase de montaje simple, preciso y no laborioso, conforman el todo o una parte de la construcción. Tal es así que, cuando un proyecto es prefabricado, las operaciones en el terreno son esencialmente de montaje, y no de construcción IN SITU. Una buena referencia para conocer el grado de prefabricación de una obra es la de valorar la cantidad de residuos en la obra; cuanto mayor cantidad de escombros y suciedad, menos índice de prefabricación presenta el inmueble.

Esto en comparación con el proceso tradicional de construcción, el proceso tradicional nos indica que todo se realiza en el sitio de la obra y a continuación vamos a comparar los puntos más importantes para poder saber que método nos conviene más:

**Primer punto:** el armado de acero o refuerzo de acero, en el sitio se va realizando el armado primero de la columna y posiblemente al mismo tiempo el de la trabe, con respecto a esto el armado quedará más pesado y será de dimensiones más grandes a las solicitadas por el proyecto debido a que llevará más varillas para sustituir el prefuerzo.

Con el prefabricado se realizan "X" cantidad de armados al mismo tiempo, se colocan torones (prefuerzo) y se tensan, se colocan aligeramientos para que la pieza sea más ligera.

**Segundo punto:** Cimbra es otro tema importante a comparar, en el sitio usaremos cimbra de madera, por poner un ejemplo, esta cimbra después de "X" veces que se utiliza se va deteriorando, por lo cual no le podremos dar mucho uso, si utilizamos cimbra metálica le daremos más uso pero para colocarla tendríamos que utilizar maquinaria y lo que suponíamos ahorrar en cimbra lo vamos a gastar en maquinaria, otro método

hoy en día, es un nuevo concepto que ya se utiliza que es la cimbra deslizante, esto consta de una cimbra con una cara de madera por un lado y otra de aluminio, y como su nombre lo dice se va deslizando conforme se van realizando los colados, pero esto por ser algo novedoso en la industria de la construcción resulta costoso. La cimbra o molde en los Prefabricados, se realizan con placas metálicas, se traza con dimensiones solicitadas conforme al proyecto, este molde o cimbra esta fija y si el proyecto requiere varias piezas con las mismas características se pueden colar en el mismo molde, ya que solo se requiere mantenimiento como sacar niveles, limpieza y ajustes mínimos. Este molde metálico solo se dilata milímetros.

**Tercer punto:** el colado en el sistema tradicional nos puede quitar tiempo ya que tenemos que esperar a que alcance su resistencia requerida el concreto esto será en un mínimo de 15 días, en el caso de columnas que van a cargar trabes se necesita alcanzar esta resistencia para poder colar la trabe que va a cargar y en el caso de la trabe pasara lo mismo ya que en el punto de apoyo para la siguiente trabe se requiere la resistencia solicitada por proyecto. Si colamos con un concreto de fraguado rápido el costo se puede hasta duplicar con respecto al que teníamos estimado en un inicio. Colado o suministro de concreto en Prefabricados, de inicio se pueden colar "X" cantidad de piezas al mismo tiempo, el concreto solicitado no tiene que ser de fraguado rápido, pero si concreto especial por la resistencia requerida, y se puede desmoldar a las 24 horas por el curado a vapor.

**Cuarto punto:** el curado en la construcción en sitio debe ser un curado normal, el cual como sabemos hasta los 7 días se realizan pruebas y después a los días 14 y por último a los 28 días que es cuando sabremos si alcanza su resistencia de proyecto. En los prefabricados se realiza un curado a vapor que nos ayuda a que el concreto fragüe mucho más rápido, esto lo comprobamos, que en 24 horas la pieza se desmolda y se realiza la primer prueba a la compresión debido a que alcanza un 80% de su resistencia y con este dato podemos empezar a detallar la pieza y después montarla, sin necesidad de esperar los 28 días para su última prueba, ya que a las 24 horas alcanzo la mínima resistencia requerida por el proyecto, después solo se aplica la prueba a los 28 días para comprobar su resistencia de proyecto. De una forma general al comparar estos puntos nos damos una amplia idea, que en los principales procesos existe una gran diferencia, donde puede haber grandes diferencias tanto en costos como en tiempo.

## **IV.2 Proceso de fabricación de Columnas**

En este capítulo se describirá paso a paso el proceso de Fabricación, Transporte y Montaje de Columnas de concreto pretensado para el tramo elevado de la Línea 12 del Metro, estas actividades cuentan con formatos particulares que se deben de llenar de acuerdo a la Norma (ISO-9001:2008) del sistema de gestión de calidad PRET, estos formatos dan inicio a las actividades; sino se cuenta con todas las firmas de los responsables en ellos, no se podrá llevar a cabo la actividad.

### **OBJETIVO**

Establecer el procedimiento de Fabricación, Transporte y Montaje de columnas de concreto pretensado.

### **ALCANCE**

Este procedimiento aplica a la Fabricación, Transporte y Montaje de columnas de concreto pretensado, para el tramo elevado de la Línea 12 del Metro de la Ciudad de México.

### **REFERENCIAS**

Manual del Sistema de Gestión de PRET  
Proyecto Ejecutivo de PMDF  
Boletines de PMDF  
Especificaciones de PMDF  
Croquis de Taller  
Plan de Inspección y Pruebas del Consorcio Línea 12  
Reglamento de Seguridad, Salud y Medio Ambiente  
Plan de Calidad de PRET  
Plan de Seguridad y Salud de PRET  
Plan de Gestión Ambiental de PRET

### **DEFINICIONES**

CIMBRA: estructura metálica temporal, que sostiene provisionalmente el peso del concreto, durante el proceso de fabricación del Elemento.

DESMOLDANTE: membrana que impide al concreto fresco adherirse a las paredes de la cimbra.

GANCHOS DE IZAJE: componentes estructurales del Elemento, que permiten elevar o bajar los elementos prefabricados con seguridad.

**ELEMENTO PREFABRICADO:** elemento o pieza de concreto reforzado y/o presforzado que ha sido fabricada en serie para reducir los tiempos de construcción, con mayor control de calidad que la construcción tradicional.

**CROQUIS DE TALLER:** documento en el cual se muestra a detalle las características de forma y las especificaciones de material y dimensiones de los elementos a fabricar.

**ACCESORIOS:** elementos forjados a base de acero estructural y acero de refuerzo adicionales al armado del acero de refuerzo o la cimbra de los Elementos prefabricados.

**ACERO DE REFUERZO:** son barras de acero de refuerzo corrugado o mallas electrosoldadas, usadas para constituir el armado del concreto.

**ASPERSOR:** máquina mediante la cual se aplica el desmoldante a la superficie de la cimbra.

**ACERO DE PRESFUERZO (TORÓN):** tendón compuesto generalmente de 7 alambres o hilos, de los cuales el central es recto y los otros 6 longitudinalmente siguen una trayectoria helicoidal.

**PRETENSADO:** método de presfuerzo en el cual los tendones se tensan antes de que se cuele el concreto.

**ANCLAJE:** dispositivo para mantener los tendones bajo tensión.

**CURADO:** Aplicación de algún método establecido para evitar la pérdida de humedad (aplicación de agua, vapor o colocación de lonas).

**REVENIMIENTO:** Es una medida de la consistencia del concreto fresco en término de la disminución de altura.

**ATIESADORES O PUNTALES:** elemento de sujeción aplicados a los moldes de colado

**ICACU:** ICA Construcción Urbana.

## **DUEÑO DEL PROCESO**

Superintendente de Construcción

## **PRERREQUISITOS:**

Se debe contar con el proyecto ejecutivo, boletines y especificaciones autorizados por el cliente o su representante.

El personal que ejecuta las actividades descritas en este procedimiento, debe estar capacitado sobre este procedimiento.

El personal que ejecuta las actividades descritas en este procedimiento, debe conocer los riesgos en seguridad y salud en el trabajo, a los que está expuesto y estar capacitado para prevenir y mitigar estos riesgos.

Previo al inicio del tensado se debe desalojar y acordonar el área, retirando a todo el personal no involucrado en el proceso.

Todo proceso de fabricación, debe iniciar con el Croquis de Taller, autorizado por el cliente y sellado con la leyenda "Bueno Para Ejecución".

Los gatos hidráulicos deben estar verificados y calibrados por una empresa acreditada.

Los encargados del vibrado de concreto, deben estar capacitados con el objeto de realizar la actividad adecuadamente.

Se debe tener predeterminado el lugar de almacenaje (Layout).

Se debe contar con el Transporte y el equipo de izaje (grúa, montacargas, grilletes, estrobos, etc.) adecuado para el movimiento de los elementos hacia el lugar de almacenamiento.

Contar con las rutas de traslado revisadas y autorizadas por el cliente o su representante.

#### **CONDICIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL:**

Antes de la ejecución del procedimiento, los titulares de área en coordinación con el representante de ACSMA, realizan la Identificación de Peligros y el Análisis de Riesgo de las actividades para la fabricación de los elementos de concreto prefabricados, implementando las medidas de control para prevenir accidentes o incidentes que puedan dañar la integridad del personal, materiales, maquinaria, equipos o al medio ambiente.

#### **MEDIDAS DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE**

Antes de la ejecución del procedimiento, los titulares de área en coordinación con el representante de ACSMA, realizan la identificación del Aspecto Ambiental, para evaluar el efecto sobre el ambiente que tendrán las actividades que se ejecutaran según el procedimiento y especificar las acciones a aplicar para el control y mitigación de los impactos.

Los Residuos Peligrosos y No Peligrosos generados durante la ejecución del procedimiento se depositan en los almacenes destinados para tal efecto y se registran en las bitácoras correspondientes.

## DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTO

### **Acción: Preparación de moldes.**

Revisan físicamente la geometría de los moldes a detalle, de acuerdo al “Croquis de Taller” autorizado por el cliente.

Identifica en el “Croquis de Taller” los trazos geométricos del Elemento y asigna los trabajos a la cuadrilla de obreros.

Aplican los trazos geométricos a los moldes en piso o en la mesa de colado.

El Supervisor de Área, realiza las actividades anteriores y en paralelo las actividades de armado, prepara el molde donde se va a realizar el colado (Figura IV.2.1) aplicando desmoldante, mediante un aspersor o rodillo, según aplique, en toda la superficie de contacto del molde.



**Figura IV.2.1.- Fabricacion del molde (Foto tomada por el autor)**

El aseguramiento de calidad revisa las actividades más importantes de la fabricación de un elemento prefabricado, parte de esta revisión consiste en la limpieza, preparación, rectificación (alineación geométrica) de la cimbra y reparaciones menores (figura IV.2.2), así como la aplicación de desmoldante para colocar el acero de refuerzo dentro de la cimbra de acuerdo a los requisitos que solicita el proyecto.



**Figura IV.2.2.- Limpieza del molde (Foto tomada por el autor)**

El aseguramiento de calidad en el proceso de la fabricación y liberación del molde se lleva a cabo utilizando el Formato IV.2.1 Lista de verificación para la liberación de la cimbra

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN</b>	CÓDIGO
		REV. "0"
<b>PROCEDIMIENTO:</b>	PREPARACIÓN DE CIMBRA	
<b>REGISTRO:</b>	LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA LIBERACIÓN DE CIMBRA	

**SITIO DE TRABAJO:** \_\_\_\_\_

**FECHA DE COLADO:** \_\_\_\_\_

**HORA DE COLADO:** \_\_\_\_\_

**ELEMENTO A COLAR:** \_\_\_\_\_

**CANTIDAD DE PIEZAS:** \_\_\_\_\_

**LONGITUD, ANCHO Y PERALTE:** \_\_\_\_\_

**PLANO DE REFERENCIA:** \_\_\_\_\_

**CROQUIS DE TALLER:** \_\_\_\_\_

**F`C=** \_\_\_\_\_

**F`ci=** \_\_\_\_\_

PROCESO	AUTORIZACIÓN DEL PROCESO	CUMPLE TOLERANCIA		OBSERVACIONES
	SUPERVISIÓN	SI	NO	
<b>ACERO DE REFUERZO Y PRESFUERZO</b>				
COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO	CONFORME A PROYECTO			
ARMADO DE ACERO DE REFUERZO	CONFORME A PROYECTO			
COLOCACION DE ACCESORIOS	CONFORME A PROYECTO			
COLOCACIÓN Y TENSADO DE ACERO DE PRESFUERZO	CONFORME A PROYECTO			
<b>MOLDE Y/O CIMBRA</b>				
CIMBRADO	CONFORME A PROYECTO			
TAPONES	CONFORME A PROYECTO			
FRONTERAS LATERALES	CONFORME A PROYECTO			
COLOCACIÓN DE DUCTOS	CONFORME A PROYECTO			
ANCHO SUPERIOR E INFERIOR	CONFORME A PROYECTO			
LONGITUD Y ALINEAMIENTO	CONFORME A PROYECTO			
<b>CONCRETO</b>				
REVENIMIENTO	CONFORME A PROYECTO			
T.M.A	CONFORME A PROYECTO			
APARIENCIA	CONFORME A PROYECTO			

ELABORÓ

AUTORIZÓ

**Formato IV.2.1.- Registró para la verificación de la cimbra. Elaborado: Área de producción de PRET**

Utilizamos esta herramienta para revisar y supervisar la fabricación del molde y/o cimbra, se lleva un registro de datos para saber con mayor certeza a que elemento pertenece, estos datos corresponden al sitio de trabajo, fecha y hora de colado, tipo de elemento y cantidad a colar, datos geométricos del elemento y los planos de referencia con que se fabrica el molde y la columna, para revisar la cimbra, también debemos revisar el armado de acero, que cumpla con los datos señalados en el formato, al igual que el concreto, para que todo quede de una forma uniforme, como se observa todas las actividades llevan una relación como lo indica la norma, respecto a la interacción de los procesos. Más adelante veremos otros formatos donde más a detalle revisamos el acero de refuerzo y presfuerzo y el concreto.

Una vez preparado y liberado el molde, colocan los ganchos de izaje, los accesorios y trasladan el acero de refuerzo dentro de la cimbra.

Terminada la colocación del acero de refuerzo, ganchos de izaje y accesorios, se procede con la colocación de tapones y la alineación y calzado final del armado del elemento.

## **ACERO DE REFUERZO**

Habilitado del acero de refuerzo

Con base al Croquis de Taller identifica el número de piezas, tipo de pieza, longitud, diámetro y registra, para posteriormente enviarlas a la Línea de Producción de Habilitado.

Después de identificar el despiece con base a los estándares de mano de obra, el Supervisor de Acero, asigna el número de personas para el habilitado y armado, y les especifica las tareas a realizar en el habilitado y armado.

Cortan y realizan los dobleces o habilitado de la varilla, así como el habilitado de los accesorios que va a requerir dicho armado o el molde.

Toman la varilla necesaria por calibre para completar el número de piezas que se requiere, miden y marcan los puntos de corte y de doblado. Pasan a la Cortadora y cortan en los puntos de corte señalados.

Reciben la varilla después del corte, e identifican los puntos para doblar, ponen en la dobladora la varilla y empiezan a dar la forma requerida para la estructura del armado.

- a) Se deben habilitar las piezas equivalentes a dos líneas de producción.
- b) Los accesorios que va a requerir el Elemento deben ser habilitados en paralelo al habilitado de la varilla.

Stock de material suficiente con base a la cantidad de varilla por habilitar.

### **Armado, colocación de accesorios y ensamble del capitel, fuste y zapata.**

En paralelo al habilitado de la varilla, deben limpiar y habilitar el área de trabajo para el armado.

Retiran todo tipo de varilla, piedras o cualquier otro objeto que interfiera para realizar el armado. Miden y marcan el área donde se va a armar la pieza, a continuación colocan los polines a lo largo del área delimitada.

Una vez que ya tengan lista el área para el armado, proceden a armar la estructura del Elemento (Figura IV.2.3)



**Figura IV.2.3.- Armado de acero (Foto tomada por el autor)**

De acuerdo al número de personas asignadas al armado de la estructura, y de acuerdo a la pieza que se les asignó en el despiece siendo estas Zapata y Fuste(Figura IV.2.4), o Capitel (Figura IV.2.5). Se inician los amarres para formar la estructura solicitada para el Elemento de producción.



**Figura IV.2.4.- Armado de zapata y fuste (Foto tomada por el autor)**



**Figura IV.2.5.- Capitel (Foto tomada por el autor)**

Se hace la integración del capitel con el cuerpo de lo que formara la columna (zapata, fuste) de acuerdo al elemento prefabricado listo para su producción, como se puede observar en la figura IV.2.6.



**Figura IV.2.6.- Unión del Capitel con el Fuste (Foto tomada por el autor)**

Se verifica que la geometría en acero cumpla con las separaciones verticales y horizontales de los estribos que conforman la estructura del elemento prefabricado de acuerdo al croquis del taller. (Figura IV.2.7)



**Figura IV.2.7.- Integración del capitel al cuerpo de la columna ( Foto tomada por el autor)**

El personal de la Línea, se asegura de tener todos los accesorios adicionales de la estructura, comienzan a fijarlos en las zonas señaladas en el “Croquis de Taller”. Cuando queda listo el armado de la estructura, colocan los ganchos para el izaje de la estructura. Para terminar con la colocación y alineación del armado dentro del molde. Colocación de tapas guía en el capitel y en la zapata, éstas tienen los orificios ubicados de manera simétrica y de acuerdo al proyecto para la colocación de los torones, los torones se colocan uno por uno a través de las tapas y el armado del elemento, cuidando su ubicación, alineación, enmanguerado en caso de aplicar y la cantidad.

Esta actividad es verificada y liberada con el Formato IV.2.2 Lista de verificación de acero de refuerzo por el área de Aseguramiento de calidad (ACSMA)

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN</b>	CÓDIGO
		REV. "0"
<b>PROCEDIMIENTO:</b>	<b>ACERO DE REFUERZO</b>	
<b>REGISTRO:</b>	<b>LISTADO DE VERIFICACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO</b>	

PROYECTO:	_____	No. DE PIEZAS:	_____
ELEMENTO ESTRUCTURAL:	_____	FECHA DE COLADO:	_____
CÓDIGO:	_____		
PLANO DE REFERENCIA:	_____		
BOLETÍN DE REFERENCIA:	_____		
FECHA DE MONTAJE:	_____	CONCRETO:	_____
LOCALIZACIÓN:	_____	CADENAMIENTO:	_____

ACTIVIDAD / CONCEPTO	PARAMETROS	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
<b>ACERO DE REFUERZO</b>				
PLANOS DEL PROYECTO	AUTORIZADO			
SUSTITUCIÓN DE DIAMETROS, GRADOS Y/O ACCESORIOS	AUTORIZACIÓN DE LA SUPERVISIÓN			
CALIDAD	CERTIFICADO DE CALIDAD.			
OXIDO PRESENTE	SIN OXIDACIÓN PERJUDICIAL.			
LIMPIEZA	EXENTO DE ACEITE, Ó GRASA.			
<b>ZAPATA</b>				
CLASE, DIAMETRO NÚMERO DE VARILLAS.	DE ACUERDO A PROYECTO			
RECUBRIMIENTO AL ACERO	POLLOS DE CONCRETO PARA RECUBRIMIENTO 5 CM.			
ACCESORIOS	GANCHOS IZAJE TIPO I, 3 TORONES DE 1/2" fpu 19000 kg/cm2.			
REFUERZOS PARA ANCLAJE, TRASLAPES Y UNIONES SOLDADAS	DE ACUERDO A PROYECTO			
<b>FUSTE</b>				
CLASE, DIAMETRO NÚMERO DE VARILLAS.	DE ACUERDO A PROYECTO			
RECUBRIMIENTO AL ACERO	POLLOS DE CONCRETO PARA RECUBRIMIENTO 4 CM.			
SEPARACIÓN DE ESTRIBOS	FUSTE: E #4 @ 20 DESDE LA BASE DE LA ZAPATA HASTA 3.00 M E#4@10			
ACCESORIOS	DESFOGUE DE BAJADA DE AGUA PLUVIAL 8"			
REFUERZOS PARA ANCLAJE, TRASLAPES Y UNIONES SOLDADAS	DE ACUERDO A PROYECTO			
<b>CAPITEL</b>				
RECUBRIMIENTO AL ACERO	POLLOS DE CONCRETO PARA RECUBRIMIENTO 4 CM.			
CLASE, DIAMETRO NÚMERO DE VARILLAS.	DE ACUERDO A PROYECTO			
ACCESORIOS	8 PERNOS DE 2" fy=7080 kg/cm2. TIPO P-1			
	16 PERNOS DE 1" fy=7080 kg/cm2. TIPO P-2			
	GANCHOS IZAJE TIPO I, 3 TORONES DE 1/2" fpu 19000 kg/cm2.			
	GANCHOS IZAJE TIPO II, CABLE 2". TIPO BOA CON ALMA DE ACERO.			
CONECTORES PARA TOPE ANTISISMICOS ACERO # 8	DE ACUERDO A PROYECTO			
CONECTORES PARA BANCO DE NIVEL ACERO # 3	DE ACUERDO A PROYECTO			
REFUERZOS PARA ANCLAJE, TRASLAPES Y UNIONES	DE ACUERDO A PROYECTO			

Nota 1.- Todo el acero de refuerzo grado estructural cumplirá con las especificaciones de la norma ASTM-615 grado 42 ó Norma Oficial Mexicana NMX-C407-ONNCCCE-2001, en cuanto a dimensiones, corrugaciones, masa unitaria, requisitos mecánicos, acabados y demás requisitos contenidos en las mismas.

Nota 2.- La soldadura para unir varillas de refuerzo debe realizarse de acuerdo a los lineamientos del código AWS (American Welding Society) vigente y Norma Oficial Mexicana NOM-H-121-1998.

Nota 3.- Los electrodos serán de la serie E-70XX de bajo contenido de hidrogeno y se calificarán de acuerdo a la norma AWS D1.5

Inspección: \_\_\_\_\_ Aprobó: \_\_\_\_\_

**Formato IV.2.2.- Registro de verificación del acero de refuerzo. Formato elaborado por el área de producción de PRET.**

Este registro (Formato IV.2.2) nos ayuda a revisar a detalle el armado de acero de refuerzo de la columna, ya que se verifican las partes que componen toda la columna como lo son la zapata, el fuste y el capitel, aquí se valida que el armado cumpla con las dimensiones solicitadas, los diámetros de la varilla sean los indicados, la separación de estribos, uniones con soldadura, traslapes, colocación de pollos para dar el recubrimiento a la columna, conectores y accesorios. Al igual que en el registro anterior se tiene trazabilidad de cada elemento ya que se registran datos como el tipo de pieza al que pertenece, fecha de colado, planos de referencia y cadenamamiento.

### **Objetivo y puntos a verificar con este formato.**

Reforzar la estructura de los elementos prefabricados para soportar esfuerzos de tensión y compresión provocados por las cargas a las que será sometido.

Todo proceso de fabricación debe iniciar con el “Croquis de Taller” validado por el cliente y sellado con la leyenda “Para Ejecución”.

Verificar suministro, transporte, habilitado (corte y doblaje), armado y colocación de varillas, para el refuerzo de las estructuras que requieran los elementos prefabricados, de conformidad con los diseños y detalles, mostrados en los “Croquis de Taller”.

Con base al Croquis de Taller identifica el número de piezas, tipo de pieza, longitud, diámetro y registra, para posteriormente enviarlas a la Línea de Producción de Habilitado.

Las dimensiones y tipos de varilla para el habilitado, deben cumplir las especificaciones del “Croquis de Taller”.

El corte de la varilla debe ser recto.

La forma de cada pieza habilitada, debe cumplir con las especificaciones de los “Croquis de Taller”.

Establecer modelos de tipo de armado y accesorios en la Estación de Trabajo

El armado del accesorio debe ser de acuerdo al “Croquis de Taller”.

Se debe checar que los accesorios sean los adecuados al tipo de Elemento.

Se debe checar el estado de intemperismo (óxido) del acero.

Los cables de izaje deben ser del diámetro y longitud necesarios para soportar el peso de la pieza según el “Croquis de Taller”.

Al término del armado, debe realizarse una revisión para liberar el armado y sus accesorios firmando el "Check List". (Formato IV.2.2)

### **Colocación del armado en el molde**

Se izan 2 elementos que se introducen en la mesa, que cuenta con 2 moldes, ya que la colocación de torón y su tensado así lo requiere (Figura IV.2.8). El izaje de los elementos se hace utilizando grúas con capacidad suficiente.

Durante la colocación del armado en el molde, se verifica que se coloquen de manera correcta los distanciadores o separadores de mortero con clip (pollos) (piezas que dan el recubrimiento requerido) así como el plomeo del capitel y de la zapata. Esta actividad es verificada y liberada por el área de ACSMA.



**Figura IV.2.8.- Introducción del armado al molde (Foto tomada por el autor)**

## Tensado

El Supervisor de Área entrega el Croquis de Taller al Coordinador de Obreros para que realicen su trabajo de acuerdo a las especificaciones del “Croquis de Taller” autorizado. El Coordinador de Obreros, junto con la cuadrilla realiza la introducción del torón (Figura IV.2.9) , en todo el cuerpo de la columna de acuerdo a la ubicación que indica el croquis de taller.

La cuadrilla de tensadores, realiza el tensado de cada uno de los torones (Figura IV.2.10), utilizando gatos hidráulicos, siguiendo el orden según el proyecto, la cantidad y la repartición que presente cada pieza.

En paralelo a lo anterior el Tensador, realiza un registro de campo en libreta de tránsito que permite obtener las gráficas de esfuerzo – deformación de los torones (Formato IV.2.3 Registro esfuerzo- deformación) por medio de muestreo de 8 piezas de torón, se debe cumplir con la deformación de proyecto.

Se procede a la colocación de anclas en el capitel, de diámetro 1 ½” y 2”, verificando su ubicación y alineamiento. Se colocan los complementos de cimbra (molde) en capitel y zapata y se revisa que el plomeo de estos elementos se encuentre dentro de tolerancia.

Se procede a revisar topográficamente el molde, registrando la verificación y de ser necesario corregir las deformaciones detectadas.



**Figura IV.2.9.- Introducción del torón (Foto tomada por el autor)**



**Figura IV.2.10.- Tensado del torón (Foto tomada por el autor)**

El registro de Esfuerzo–Deformación (Formato IV.2.3) es una herramienta que nos dará el esfuerzo-deformación del torón al momento de tensarlo ya que se tensa a 14 ton de esfuerzo, se van registrando las lecturas que nos da el gato de tracción, se toman 3 lecturas y se aplican a la fórmula de deformación y se gráfica, esto para saber que el torón cumple con la norma respecto a su deformación y con los estándares de calidad solicitados.

No se puede continuar con el proceso de fabricación, si no se verifica la elongación del cable, como medida de una aplicación correcta de la carga establecida por el “Croquis de Taller”.

Nota: Los gatos hidráulicos deben estar verificados y calibrados por una empresa certificada.

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE FABRICACION</b>	CÓDIGO
		REV. ° 0 °
PROCEDIMIENTO:	ACERO DE REFUERZO	
REGISTRO:	REGISTRO DE ESFUERZO-DEFORMACION	

DATOS DE PROYECTO			
Fecha de Tensado: _____	Fecha de Rep.: _____	Reporte N°: _____	Hoja N°: _____
Obra: _____	(P) Fuerza Esp. (kgf): _____		
Dirección: _____	(L) Logitud de mesa (cm): _____		
Elemento: _____	Cantidad fabricada: _____		
Cliente: ICA	Pretensado <input checked="" type="checkbox"/>	Postensado <input type="checkbox"/>	

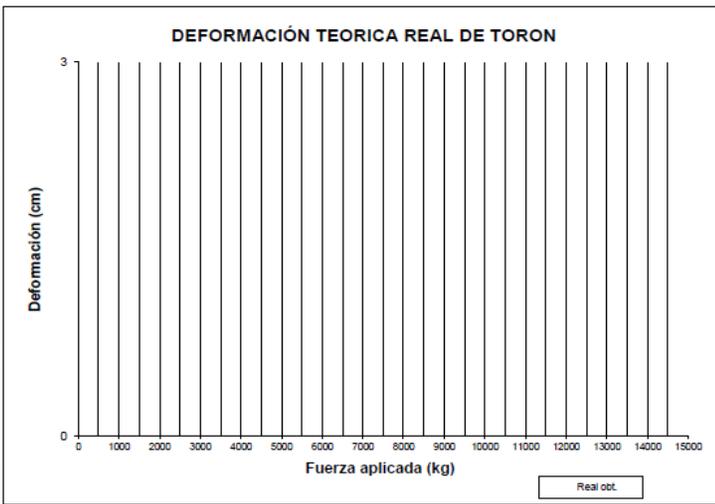
DATOS DEL ACERO DE PRESFUERZO		
Marca: _____	Procedencia: _____	
Diámetro (mm): _____	Mod. de Elast. (E): _____	(A) Área (cm²): _____

Registro de deformación real obtenida				
Lectura	Fuerza aplicada		Def. (cm)	
	Psi	kgf	Teo.	Real
1				
2				
3				

Deformación Teórica de la carga ultima (cm)	
$D = \frac{FL}{AE}$	
$D = \frac{14.250 \times 0}{0} = \frac{0}{0} = \text{#####}$	

Desviaciones	
Desv. de la deformación (%):	
Esp. = ±	5 %

Ref: NMX C -
SCT N° N-



Observaciones:

Realizó Operador	Revisó Sup. ICA	Aprobado Cliente
Nom. y Firma	Nom. y Firma	Nom. y Firma

**Formato IV.2.3.- Registro de esfuerzo- deformación del presfuerzo. Fuente. Laboratorio de PRET**

## Colado

Se realiza la Solicitud de Colado usando el Formato IV.2.4, este debe hacerse 24 horas previo al colado, en este formato se indica la cantidad de concreto que se va a necesitar, la fecha de pedido y la fecha en que será suministrado, así como la hora en que llegara a la obra, se especifican las características del concreto como los son: el tipo de cemento, revenimiento, tamaño de los agregados, volumen solicitado, tipo de grava, la resistencia del concreto, el tipo y número de piezas que se van a fabricar.

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE FABRICACION</b>	CÓDIGO
		REV. " 0 "
<b>PROCEDIMIENTO:</b>	COLADO Y CURADO	
<b>ANEXO:</b>	SOLICITUD Y AUTORIZACIÓN DE COLADO	

FECHA: \_\_\_\_\_

PROYECTO O SITIO DE TRABAJO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_ REPORTE No : \_\_\_\_\_

<b>FECHA DE PEDIDIO</b>

<b>FECHA DE SUMINISTRO</b>

<b>HORA DE INICIO EN OBRA</b>

Características del concreto				Tipo de cemento	Tipo de Grava	Volumen solicitado M <sup>3</sup>	Volumen Suministrado M <sup>3</sup>
F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	T.M.A	Rev	F'ci (Kg/cm <sup>2</sup> )				
							/

Tipo de elemento a colar	No. De piezas a colar	No. De piezas coladas

ELABORÓ

\_\_\_\_\_

AUTORIZÓ

\_\_\_\_\_

ENTERADO

\_\_\_\_\_

LABORATORIO

**Formato IV.2.4.- Solicitud y autorización de colado. Elaborado por el área de producción de PRET.**

Una vez solicitado el concreto, el responsable del suministro confirma con al menos 24 hrs. de anticipación el surtido en la obra en base al “Programa de Suministro de Concreto”.

El área de Aseguramiento de Calidad revisa el elemento ya preparado para su colado (Figura IV.2.11) verificando cumpla con las especificaciones de acuerdo al proyecto para así autorizar el inicio del colado.



**Figura IV.2.11.- Elemento dentro del molde listo para el colado (Foto tomada por el autor)**

Cuando las ollas de concreto llegan a la planta, el laboratorio utiliza el registro IV.2.5 Informe de Muestreo y Pruebas de concreto fresco para realizar la prueba de revenimiento al concreto, antes de que comience el colado, se registran los tiempos de salida y de llegada de la olla, al igual que la consistencia del concreto, registra la hora de inicio y termino del colado, también se toma la información de las notas de remisión para saber el volumen que lleva cada olla y el tiempo entre cada olla para asegurar este dentro de lo estipulado en la norma. En caso de no cumplir con las especificaciones se rechaza

Para evitar derrames de la mezcla al momento del muestreo, debe pedir al operador del camión que reduzca la velocidad de rotación de la olla lo más bajo posible y desviar la descarga hacia el recipiente que contendrá la muestra.

La cantidad de la muestra tomada debe ser suficiente y superior al volumen requerido para realizar la totalidad de las pruebas. Definirá el volumen de la muestra conforme al N° de pruebas requeridas en el Plan de Inspección y Pruebas establecido para cada proyecto y al volumen de concreto para cada prueba.

Una vez tomada la muestra, la traslada al lugar donde se efectúan las pruebas evitando pérdidas, remezcla la muestra tomada para asegurar uniformidad, antes de iniciar con las pruebas.

Si se considera necesario proteger la muestra de los rayos solares, del viento y de cualquier otro factor que pueda causar pérdida de humedad o contaminación de la muestra, esta se coloca bajo techo y en donde no haya corrientes de aire. Obtiene la muestra en un tiempo máximo de 15 minutos.

El tiempo transcurrido desde la toma de la muestra hasta realizar las pruebas, no será mayor a 15 minutos. Las pruebas de revenimiento y contenido de aire, se realizan dentro de los primeros 5 minutos después de obtener la muestra. La revoltura de concreto remanente de las pruebas a excepción de la utilizada para determinar el contenido de aire, la ingresa al elemento por colar.



Una vez aprobado el concreto se comienza a verter utilizando la bomba de concreto (Figura IV.2.12), y de acuerdo a las indicaciones del Jefe de Producción, evitando golpear al molde y disgregaciones, conforme a lo establecido en las Normas del ACI para el vibrado y vaciado del concreto.



**Figura IV.2.12.- Bomba de concreto (Foto tomada por el autor)**

## Curado a vapor

Colocan la lona para formar la cámara de curado (Figura IV.2.13). Para el curado a vapor se deja que transcurra el reposo inicial (que puede ser de 2 a 4 hrs, dependiendo de la temperatura ambiente) recomendado por el ACI 517 o de acuerdo a las pruebas preliminares de Laboratorio. Se lleva a cabo un monitoreo de las temperaturas (Formato IV.2.6), durante el tiempo de curado, mediante la toma de lecturas en 10 puntos diferentes y separados, cada hora.



**Figura IV.2.13.- Curado a vapor. (Foto tomada por el autor)**

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN</b>	CÓDIGO
		REV. " 0 "
<b>PROCEDIMIENTO:</b>	COLADO Y CURADO	
<b>REGISTRO:</b>	REPORTE OPERACIONAL DE CURADO A VAPOR	

**Fecha de Rep.:** \_\_\_\_\_  
**Rep. N°:** \_\_\_\_\_  
**Hoja:** \_\_\_\_\_

<b>Fecha de Curado:</b> _____	<b>Hr. de Inicio de curado:</b> _____
<b>Elemento Curado:</b> _____	<b>Hr. Fin de curado:</b> _____
<b>Obra:</b> _____	<b>Dirección:</b> _____

Hrs. de Curado	Hr. que se toma Temp.	Distancia en mts. de toma de lec. en °C											Temp. en °c Promedio		
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100			
1		REPOSO INICIAL ANTES DEL CURADO													
2															Tem. Antes de aplicación de vapor
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															



<b>Observaciones</b>	Referencias SCT (ACI 517)
----------------------	------------------------------

Reporto	Reviso	Enterado
_____	_____	_____
Nom. y firma	Nom. y firma	Nom. y firma

**Formato IV.2.6- Registro operacional de curado a vapor. Formato elaborado por el area de produccion de PRET.**

Con el Formato IV.2.6 Reporte operacional de curado a vapor, nos da los datos para poder controlar las temperaturas al momento del curado, dependiendo el tiempo de curado se van tomando las lecturas y se va registrando la temperatura, este registro nos indica la norma que sirve de referencia para verificar el cumplimiento, y al final se grafica para darnos cuenta que esta dentro de los limites.

### **Transferencia de presfuerzo**

Al término del reposo final (mínimo 2 horas), el personal de Línea de Concreto retira la lona, mientras que el Laboratorio realiza las pruebas de resistencia inicial a la compresión registrando los datos en el Formato IV.2.7 Informe de resistencia a compresión en cilindros de concreto, esto con el fin de verificar que el Elemento tenga la resistencia requerida ( $f'_{ci}$ ), para realizar la transferencia de presfuerzo y el desmolde.

La transferencia de presfuerzo se hace por medio del corte de los torones, y éste se hace siguiendo un orden, se cortan uno por uno, en ambos extremos del elemento simultáneamente, utilizando para esto un soplete de oxicorte, cuidando de no afectar con el calor el elemento de concreto, accesorios o el molde.

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DEL LABORATORIO CENTRAL PRET</b>	CÓDIGO PRET-MPL-PGL-01 A3 REV. 1							
<b>PROCEDIMIENTO: DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO</b>									
<b>REGISTRO: INFORME DE RESISTENCIA A COMPRESION EN CILINDROS DE CONCRETO</b>									
<b>Datos de proyecto</b> f'c (kg/cm <sup>2</sup> ): _____ Rev. (cm): _____ TMA (mm): _____ f'ci (kg/cm <sup>2</sup> ): _____ Concreto tipo: _____ Resistencia: _____ Elemento colado: _____	Fecha de reporte: _____ Reporte N°: _____ Planta Premez.: _____ Hoja: _____ Cliente: _____ Obra: _____ Ubicación de la obra: _____								
Muestra N°	Fecha de colado	Elemento y localización	Fecha de prueba	Rev. obt. (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de ruptura en kgf (N)	Resistencia en kgf/cm <sup>2</sup> (N/mm <sup>2</sup> ) Obtenido Promedio	Edad de ensaye (días)	Curado empleado
Masa unitaria del concreto fresco (kg/m <sup>3</sup> ): _____ Contenido de aire (%): _____ <small>Este informe solo afecta a la (s) muestra (s) aquí indicada (s).</small>									
<b>Observaciones:</b> _____ <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-end; margin-top: 20px;"> <div style="width: 20%;">           Realizó Laboratoria         </div> <div style="width: 20%; text-align: center;">           Revisó Signature Autorizado         </div> <div style="width: 20%; text-align: center;">           Entero         </div> <div style="width: 20%;"></div> <div style="width: 20%; text-align: center;">           Nom. y firma         </div> <div style="width: 20%; text-align: center;">           Nom. y firma         </div> </div>									

**Formato IV.2.7.- Informe de resistencia a compresión en cilindros de concreto. Registro elaborado por el laboratorio de PRET.**

Con la información registrada en el Formato IV.2.7 se obtienen los resultados de las pruebas a la compresión, donde sabremos si el concreto ya alcanzo su f'c mínimo para poder cortar los torones, y también nos dará el resultado para la prueba a los 28 días donde verificamos si alcanzo su resistencia de proyecto el concreto.

## **Desmolde**

Retirar el Elemento del molde que le ha dado forma, después efectuarse el proceso de curado y alcanzar la resistencia requerida del Proyecto.

Sólo se podrá hacer la apertura de moldes y la extracción del elemento, una vez que el concreto haya alcanzado la resistencia inicial necesaria ( $f'_{ci}$ ), de Proyecto. Se deben realizar pruebas de resistencia a la compresión, para certificar que el Elemento Prefabricado tiene la resistencia necesaria para no sufrir daño estructural.

Se debe contar con las grúas necesarias de acuerdo a las características del molde y del Elemento.

Realiza una prueba resistencia a la compresión, después de que ha pasado el tiempo necesario del curado del Elemento, de acuerdo a sus características propias.

Al finalizar el desmolde, se realiza una limpieza y/o preparación necesaria del molde (Figura IV.2.14).

Una vez que ha alcanzado el  $f'_{ci}$ , se procede a abrir el molde del Elemento de acuerdo a las características del mismo. De ser necesario se retiran los accesorios del molde y/o Elemento, se colocan los accesorios para rigidizar el Elemento para su transportación, si éste los requiere.

Informa a Operadores de Grúas que el Elemento está listo para su izaje (Figura IV.2.15) y posterior colocación en el transporte para obra o almacenaje.

.



**Figura IV.2.14. - Columna después del colado (desmolde) (Foto tomada por el autor)**



**Figura IV.2.15.- Columna fuera del molde (Foto tomada por el autor)**

## Manejo y detallado de la pieza

Indica a los operadores de grúas el retiro del elemento prefabricado de la mesa de fabricación, el cual se procede a levantar en forma simultánea, en caso de utilizar dos equipos, hasta una altura tal que permita su desalojo de las mesas de fabricación.

Se coloca en zona accesible para su detallado final retirando el material suelto y perfilando las aristas; así mismo, se indica a topografía rotularlo en la cara superior del capitel con los siguientes datos: Nombre del elemento, kilometraje de ubicación. También marcar los ejes ortogonales y orientación de la pieza.

En caso de que exista alguna desportilladura, en alguna parte del elemento, la zona por reparar se limpia de impurezas y partes sueltas, se aplica un resane con una mezcla del mortero para tal fin y con el procedimiento autorizado para la reparación de elementos de concreto (Figura IV.2.16).

Una vez detallado el elemento se procede a su almacenamiento a la intemperie, en lugares donde se permita el manejo, mediante estiba horizontal de elemento individual asentado sobre durmientes de madera y concreto de sección uniforme para separarlos del piso (Figura IV.2.17).

Revisa y aprueba el trabajo realizado por el equipo de detallado y firma el Check List (Formato IV.2.8).



**Figura IV.2.16.- Detallado de la columna (Foto tomada por el autor)**



**Figura IV.2.17.- Almacenaje para su detallado (Foto tomada por el autor)**

### **Traslado del elemento**

De acuerdo al Programa de Obra, el Jefe de Montaje confirma al Jefe de Producción la Orden de Envío de manera documentada.

Liberado el Formato IV.2.8 en conjunto con la supervisión, se procede a la carga del elemento a los modulares que la transportara al sitio de obra (Figura IV.2.18).

Para su salida de planta se entrega una copia a vigilancia y se envía la original al responsable del tramo donde se montara el elemento.

Realiza el recorrido de acuerdo a la ruta establecida por la Ingeniería de Proyecto. Una vez que el elemento ha llegado al sitio de obra se entrega la documentación para descarga y montaje del elemento prefabricado.



**Figura IV.2.18.- Traslado para su montaje (Foto tomada por el autor)**

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN</b>	CÓDIGO
		REV. "0"
<b>PROCEDIMIENTO:</b>	CARGA AL VEHÍCULO	
<b>REGISTRO:</b>	VERIFICACIÓN PARA SALIDA DE COLUMNAS	

CHECK-LIST  
TIPO DE TRABE \_\_\_\_\_

OBRA:	CLIENTE:
CONSTRUCTORA:	HORA:
FRENTE:	FECHA:
ELEMENTO:	
PLANO O ESPECIFICACIONES DEL ELEMENTO	

DESCRIPCION DEL ELEMENTO PREFABRICADO

No.	PREFABRICADO	TIPO		DIMENSIONES	
		SI	NO	SI	NO
1	IDENTIFICACION DE LA PIEZA				
2	ORIENTACION DE LA PIEZA				
3	MARCACION DE EJES				
4	VERIFICACION DE DUCTOS DE TRABE RESPECTO A SU POSICION Y DIMENSIONES ASI COMO DESTAPADOS				
5	ESTADO DE ESTIBAMIENTO				
6	GANCHOS DE IZAJE				
7	CONSERVACION DE RESANES				
8	FISURAS Y DAÑOS FISICOS				
9	REPARACION DE FISURAS				
10	CONTRAFLECHA VISIBLE				
11	TORONES EXPUESTOS				
12	GEOMETRIA DEL ELEMENTO				
13	LIJADO DEL ELEMENTO				

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

ENTREGO	REVISO	REVISO SUPERVISION
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA

**Formato IV.2.8.- Registro de la verificación para la salida de columnas. Formato elaborado por el área de producción de PRET.**

El Formato IV.2.8 nos indica si la pieza se detalló, la fecha de envío para su montaje, si tiene fisuras, si se colocaron sus accesorios, y si esta lista para su montaje.

### **Montaje del elemento**

Revisa físicamente el área de montaje, así como los espacios o longitudes donde se colocará la columna para asegurarse de que corresponden a las medidas físicas del mismo. Solicita al Jefe de Obra de ICACU, el montaje, si no existen diferencias.

En caso de que exista diferencia entre las medidas físicas del lugar en donde será montada la columna, se notifica al área de Aseguramiento de Calidad de PRET, verificando la estabilidad de la estructura con el fin de acordar la causa de la desviación y solicitar autorización y realizar los ajustes necesarios.

Realiza una inspección en conjunto con el área de Aseguramiento de Calidad de PRET, para informar al Jefe de Montaje y éste realiza la liberación de las zonas de montaje.

Realiza las maniobras necesarias para acomodar la grúa conforme a la Ingeniería de Proyecto (cinemática de montaje), de acuerdo a las indicaciones del Supervisor de Montaje.

Recibe y realiza una supervisión de la integridad física del Elemento, posterior a esto se realiza una revisión geométrica para asegurar que el Elemento que se recibe, cumpla con las características del Proyecto, entonces el Jefe de Montaje firma de conformidad el "Control de Envío".

En caso de registrarse desviaciones en la logística del Montaje, referirse al Procedimiento de Aseguramiento de Logística de Montaje.

Realiza la sujeción del Elemento con los accesorios de izaje.

Realiza el izaje y montaje del Elemento conforme al Proyecto.

Coloca el Elemento provisionalmente con los accesorios de fijación necesarios, para asegurar su posición.

Se realiza una topografía de Montaje para asegurar que el Elemento quedó montado de acuerdo al Proyecto. Supervisa la fijación final, de acuerdo al alcance del Presupuesto (Figura IV.2.19).



**Figura IV.2.19.- Columna montada. (Foto tomada por el autor)**

**Mano de obra e ingeniería mínima requerida para llevara cabo el procedimiento de fabricación de columnas:**

Superintendente de Construcción  
Jefe de Producción (Jefe de Obra A/B)  
Inspector de calidad  
Jefe de Línea (Jefe de Frente)  
Supervisor de Área (Sobrestante)  
Cuadrilla de Obreros  
Supervisión del cliente  
Maniobrista  
Oficial Albañil  
Auxiliar Técnico  
Operador de Grúa  
Cuadrilla de Acero  
Laboratorista  
Operador de Camión Revolvedora.  
Operador de Transporte  
Jefe de Montaje  
Topógrafo  
Jefe de Montaje  
Maniobrista  
Supervisor Montaje  
Jefe de Línea

## IV.3 Proceso de fabricación de Trabes

En este capítulo se describirá paso a paso el proceso de Fabricación, Transporte y Montaje de Tabes Tipo W de concreto pretensado para el tramo elevado de la Línea 12 del Metro, estas actividades cuentan con formatos particulares que se deben de llenar de acuerdo a la Norma (ISO-9001:2008) del sistema de gestión de calidad PRET, estos formatos dan inicio a las actividades.

### OBJETIVO

Establecer el procedimiento de Fabricación de Trabes tipo “W” de concreto pretensado.

### ALCANCE

Este procedimiento aplica a la Fabricación, Transporte y Montaje de trabes tipo “W” pretensadas, de concreto prefabricado, para el tramo elevado de la Línea 12 del Metro de la Ciudad de México.

### DEFINICIONES

**ELEMENTO PREFABRICADO:** Pieza de concreto con o sin presfuerzo que se fabrica fuera de su posición final del proyecto, ya sea en la Planta de Prefabricados, plantas alternas de ésta ó a pie de obra para posteriormente montarlo en el sitio definitivo.

**MONTAJE:** Método por el cual se colocan los diferentes prefabricados en obra.

**ACSMA:** Aseguramiento de Calidad, Seguridad y Medio Ambiente

**SGE:** Sistema de Gestión de la Empresa

**A.S.T.M.:** American Society of Testing Materials.

**LOGÍSTICA DE PLANTA.** Croquis de la planta en donde se ubican las zonas en donde se realizaran las actividades de fabricación y almacén del producto terminado.

**MÓDULOS.** Se le llama a las secciones geométricas en que se divide el molde para tener un mejor manejo en su fabricación e instalación.

**REVENTONES.** Se le llama a la colocación de hilos en sentido longitudinal y transversal para el alineamiento y nivelación de los módulos metálicos.

**ESTROBAR.** Acción de conectar los grilletes en los ganchos de izaje de la trabe para su extracción de la mesa de fabricación, estiba, carga y descarga.

**GRILLETES.** Elementos metálicos especiales para sujetar los ganchos de izaje y evitar movimientos durante su maniobra.

**CIMBRA:** Estructura metálica temporal, que sostiene provisionalmente el peso del concreto durante el proceso de colado y fraguado.

**DESMOLDANTE:** Membrana que impide al concreto adherirse a las paredes de la cimbra.

## **DUEÑO DEL PROCESO**

Jefe de Producción

### **PRERREQUISITOS:**

Antes de iniciar la ejecución de los trabajos, se debe contar con el proyecto ejecutivo, especificaciones y boletines autorizados y que estos sean controlados y difundidos adecuadamente por el área de control de documentos.

El personal que ejecuta las actividades debe ser competente con las tareas encomendadas.

Las rutas de traslado deben estar definidas y autorizadas.

El jefe de producción y/o el responsable asignado, debe verificar que la estiba y fijación del elemento sea la adecuada.

### **CONDICIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL:**

Antes de la ejecución del procedimiento, los titulares de área en coordinación con el representante de ACSMA, realizan la Identificación de Peligros y el Análisis de Riesgo de las actividades para la fabricación de los elementos de concreto pretensados, implementando las medidas de control para prevenir accidentes o incidentes que puedan dañar la integridad del personal, materiales, maquinaria, equipos o al medio ambiente.

### **MEDIDAS DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE**

Antes de la ejecución del procedimiento, los titulares de área en coordinación con el representante de ACSMA, realizan la identificación del Aspecto Ambiental, para evaluar el efecto sobre el ambiente que tendrán las actividades que se ejecutaran según el procedimiento y especificar las acciones a aplicar para el control y mitigación de los impactos.

Los Residuos Peligrosos y No Peligrosos generados durante la ejecución del procedimiento se depositan en los almacenes destinados para tal efecto y se registran en las bitácoras correspondientes.

## DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTO

### Acción: APROBACIÓN DEL MOLDE.

Traza de geometría en molde, de acuerdo al Croquis de Taller, se realizan los trazos geométricos del elemento y se asignan los trabajos a las cuadrillas.

Revisa la geometría del molde, y esta es liberada por el área de Aseguramiento de Calidad (Figura IV.3.1), anotando el cumplimiento de los puntos que se menciona en el Formato IV.3.1.

Traza la longitud del elemento sobre el molde, de acuerdo a los croquis de taller. Se realiza mantenimiento mayor cada 6 colados ó antes de requerirse, documentando la actividad en bitácora.



Figura IV.3.1.- Topografía del molde. (Foto tomada por el autor)

## PREPARACIÓN DEL MOLDE PARA FABRICACIÓN

Se realiza ajustes en cimbra de contacto de acuerdo al trazo geométrico proporcionado por topografía y se procede hacer el detalle en la cimbra (Figura IV.3.2).

Una vez realizado los ajustes en la cimbra se procede a la aplicación del desmoldante con trapos y esponjas a toda la superficie de la cimbra que estará en contacto con el concreto, colocando el recipiente sobre una charola para evitar derrames.

Los trapos ó material contaminado de residuos peligrosos (desmoldante) son colocados temporalmente en un bote debidamente identificado como Residuos Peligrosos.



Figura IV.3.2.- Preparación del molde. (Foto tomada por el autor)

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN</b>	CÓDIGO
		REV. "0"
<b>PROCEDIMIENTO:</b>	PREPARACIÓN DE CIMBRA	
<b>REGISTRO:</b>	LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA LIBERACIÓN DE CIMBRA	

**SITIO DE TRABAJO:** \_\_\_\_\_  
**FECHA DE COLADO:** \_\_\_\_\_  
**HORA DE COLADO:** \_\_\_\_\_  
**ELEMENTO A COLAR:** \_\_\_\_\_  
**CANTIDAD DE PIEZAS:** \_\_\_\_\_  
**LONGITUD, ANCHO Y PERALTE:** \_\_\_\_\_  
**PLANO DE REFERENCIA:** \_\_\_\_\_  
  
**GROQUIS DE TALLER:** \_\_\_\_\_  
**F`C=** \_\_\_\_\_  
**F`ci=** \_\_\_\_\_

PROCESO	AUTORIZACIÓN DEL PROCESO		CUMPLE TOLERANCIA		OBSERVACIONES
	SUPERVISIÓN		SI	NO	
<b>ACERO DE REFUERZO Y PRESFUERZO</b>					
COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO	CONFORME A PROYECTO				
ARMADO DE ACERO DE REFUERZO	CONFORME A PROYECTO				
COLOCACION DE ACCESORIOS	CONFORME A PROYECTO				
COLOCACIÓN Y TENSADO DE ACERO DE PRESFUERZO	CONFORME A PROYECTO				
<b>MOLDE Y/O CIMBRA</b>					
CIMBRADO	CONFORME A PROYECTO				
TAPONES	CONFORME A PROYECTO				
FRONTERAS LATERALES	CONFORME A PROYECTO				
COLOCACIÓN DE DUCTOS	CONFORME A PROYECTO				
ANCHO SUPERIOR E INFERIOR	CONFORME A PROYECTO				
LONGITUD Y ALINEAMIENTO	CONFORME A PROYECTO				
<b>CONCRETO</b>					
REVENIMIENTO	CONFORME A PROYECTO				
T.M.A	CONFORME A PROYECTO				
APARIENCIA	CONFORME A PROYECTO				

ELABORÓ

AUTORIZÓ

**Formato IV.3.1.- Registró para la verificación de la cimbra. Formato elaborado por el área de producción de PRET.**

El Formato IV.3.1 es parte del aseguramiento de calidad y para poder cumplir con los requisitos que solicita el proyecto, utilizamos esta herramienta para revisar y supervisar la fabricación del molde y/o cimbra como se observa en el formato, se lleva un registro de datos para saber con mayor certeza a que elemento pertenece, estos datos corresponden al sitio de trabajo, fecha y hora de colado, tipo de elemento y cantidad a colar, datos geométricos del elemento y los planos de referencia con que se fabrica el molde y la columna, para revisar la cimbra, también debemos revisar el armado de acero, que cumpla con los datos señalados en el formato, al igual que el concreto, para que todo quede de una forma uniforme, como nos damos cuenta todo lleva una relación como lo indica la norma, que nos dice que debemos relacionar varias actividades. Más adelante veremos otros formatos donde más a detalle revisamos el acero de refuerzo y presfuerzo y el concreto.

### **HABILITADO Y ARMADO**

Verifica que el suministro de acero habilitado, sea de acuerdo al solicitado en los generadores de acero, tanto en diámetros, dimensiones, cantidad y calidad, en conjunto con el supervisor de control de calidad.

Verifica la geometría del acero solicitado en los generadores de acero, supervisado por el Jefe de Producción, arma la estructura de acero de refuerzo del elemento de acuerdo a los croquis de taller, tomando en cuenta los siguientes detalles:

Con base al Croquis de Taller identifica el número de piezas, tipo de pieza, longitud, diámetro y registra, para posteriormente enviarlas a la Línea de Producción de Habilitado.

Cortan y realizan los dobleces o habilitado de la varilla, así como el habilitado de los accesorios que va a requerir dicho armado o el molde.

Reciben la varilla después del corte, e identifican los puntos para doblar, ponen en la dobladora la varilla y empiezan a dar la forma requerida para la estructura del armado (Figura IV.3.4).

En paralelo al habilitado de la varilla, deben limpiar y habilitar el área de trabajo para el armado, también deben colocar los polines en la misma área. Traza la distribución del acero de refuerzo y la ubicación de los accesorios metálicos. Una vez que ya tengan lista el área para el armado, proceden a armar la estructura del elemento (Figura IV.3.5). Verifican que el armado y los accesorios metálicos se ajusten a lo indicado en el croquis de taller y en los trazos previos realizados en el molde.



Figura IV.3.4.- Habilitado del acero. (Foto tomada por el autor)



Figura IV.3.5.- Armado de acero. (Foto tomada por el autor)

## LIBERACIÓN DE ARMADO.

Se hace la revisión del armado (Figura IV.3.6) y se libera en base al Listado de Verificación de Acero de Refuerzo.

Una vez que se libera el armado mediante el Formato IV.3.2, se procede a realizar el izado mediante un balancín y una grúa sobre orugas para su tránsito correcto al molde.



**Figura IV.3.6.- Liberación del armado. (Foto tomada por el autor)**

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN</b>	CÓDIGO
		REV. "0"
<b>PROCEDIMIENTO:</b>	FABRICACIÓN DE TRABE TIPO "W"	
<b>REGISTRO:</b>	LISTADO DE VERIFICACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO	

PROYECTO:	_____	No. DE PIEZAS:	1
ELEMENTO ESTRUCTURAL:	_____	FECHA DE COLADO:	_____
CÓDIGO:	---		
PLANO DE REFERENCIA:	_____		
BOLETÍN DE REFERENCIA:	_____		
FECHA DE MONTAJE:	_____	CONCRETO:	_____
LOCALIZACIÓN:	_____	CADENAMIENTO:	_____

ACTIVIDAD / CONCEPTO	PARAMETROS	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
<b>ACERO DE REFUERZO</b>				
PLANOS DEL PROYECTO	AUTORIZADOS			
SUSTITUCIÓN DE DIAMETROS, GRADOS Y/O ACCESORIOS	AUTORIZACIÓN DE LA SUPERVISIÓN			
CALIDAD	CERTIFICADO DE CALIDAD.			
OXIDO PRESENTE	SIN OXIDACIÓN PERJUDICIAL			
LIMPIEZA	EXENTO DE ACEITE, Ó GRASA.			
<b>LOSA DE FONDO Y CABEZAL</b>				
CLASE, DIAMETRO NÚMERO DE VARILLAS.	DE ACUERDO A PROYECTO			
RECUBRIMIENTO AL ACERO	POLLOS PARA RECUBRIMIENTO 3 CM.			
LARGO ANCHO Y ESPESOR DEL ARMADO	CONGRUENTE AL PROYECTO			
ACCESORIOS	GANCHOS IZAJE			
ACERO DE PRESFUERZO	DE ACUERDO A PROYECTO			
UBICACIÓN Y DIMENSION DE HUECOS (DUCTOS)	DE ACUERDO A PROYECTO			
COLOCACIÓN DE DUCTOS Y ACCESORIOS PARA POSTENSADO	DE ACUERDO A PROYECTO			
UBICACIÓN Y DIMENSION DE ACCESORIOS PARA APOYO DE NEOPRENO	DE ACUERDO A PROYECTO			
INSTALACIÓN HIDRÚLICA	DESFOGUE DE BAJADA DE AGUA PLUVIAL			
CONTRAFLECHA DE 5 CM	DE ACUERDO A PROYECTO			
<b>MURO EXTERIOR</b>				
CLASE, DIAMETRO NÚMERO DE VARILLAS.	DE ACUERDO A PROYECTO			
RECUBRIMIENTO AL ACERO	POLLOS PARA RECUBRIMIENTO 2.5 CM.			
SEPARACIÓN DE ESTRIBOS	EN CUERPO			
	CABEZAL			
ACCESORIOS	DE ACUERDO A PROYECTO			
<b>MURO DE CONTENCIÓN</b>				
RECUBRIMIENTO AL ACERO	POLLOS PARA RECUBRIMIENTO 2.5 CM.			
CLASE, DIAMETRO NÚMERO DE VARILLAS.	DE ACUERDO A PROYECTO			
ACCESORIOS	DE ACUERDO A PROYECTO			
SEPARACIÓN DE ESTRIBOS	EN CUERPO			
	EN CABEZALES			

X  
Nota 1.- Todo el acero de refuerzo grado estructural cumplirá con las especificaciones de la norma ASTM-615 grado 42.6 Norma Oficial Mexicana NMX-C407-ONNCE-2001, en cuanto a dimensiones, corrugaciones, masa unitaria, requisitos mecánicos, acabados y demás requisitos contenidos en las mismas.  
Nota 2.- La soldadura para unir varillas de refuerzo debe realizarse de acuerdo a los lineamientos del código AWS (American Welding Society) vigente y Norma Oficial Mexicana NOM-H-121-1998.  
Nota 3.- Los electrodos serán de la serie E-70XX de bajo contenido de hidrogeno y se calificarán de acuerdo a la norma AWS D1.5

Inspección:

Vo.Bo.:

\_\_\_\_\_  
**JEFE DE FRENTE**

\_\_\_\_\_  
**ASEGURAMIENTO DE CALIDAD**

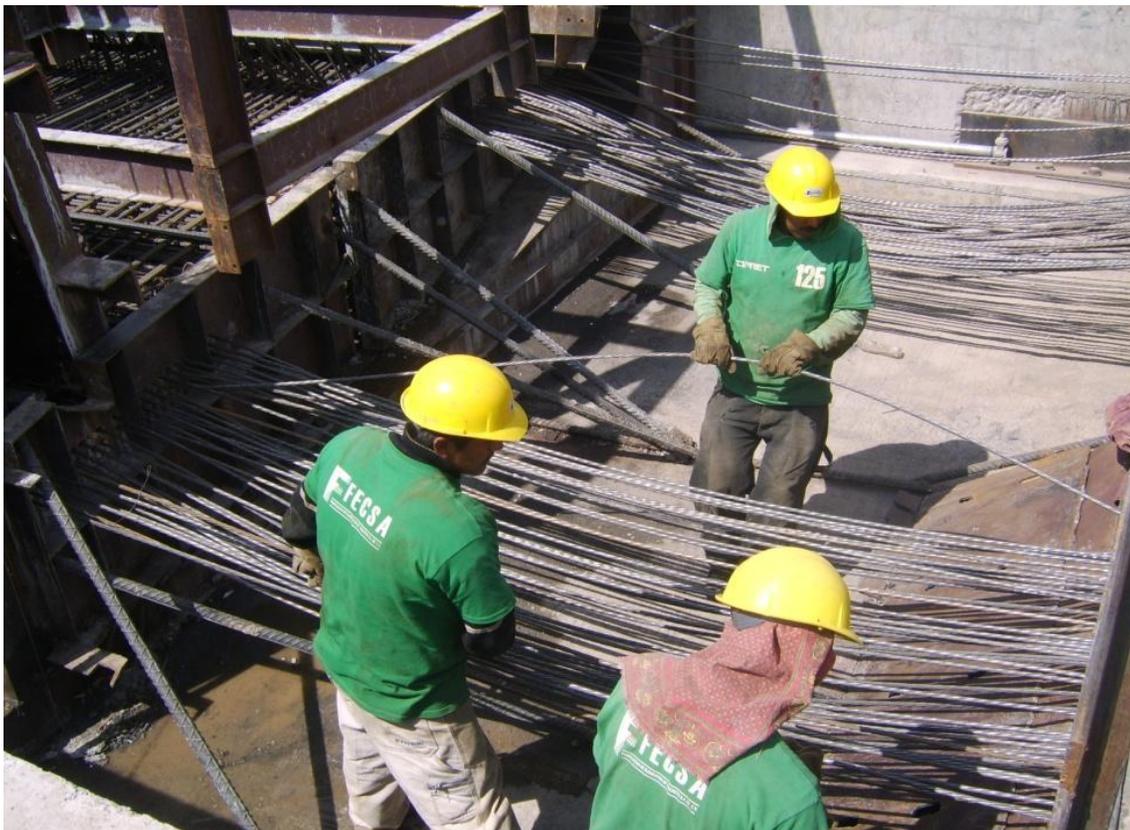
**Formato IV.3.2.- Registro de verificación del acero de refuerzo. Formato elaborado por el área de producción de PRET.**

La información del Formato IV.3.2 nos ayuda a revisar a detalle el armado de acero de refuerzo de la trabe, ya que podemos revisar las partes que componen toda la trabe, como lo son: acero de refuerzo, losa de fondo y cabezal, muro exterior y muro de contención, aquí revisaremos que el armado cumpla con las dimensiones solicitadas, los diámetros de la varilla sean los indicados, la separación de estribos, uniones con soldadura, traslapes, colocación de pollos para dar el recubrimiento a la trabe, conectores y accesorios. Al igual que el registro anterior se llenan datos que nos darán a que tipo de pieza pertenece, fecha de colado planos de referencia y coadunamientos.

### **COLOCACIÓN DE ACERO DE PRESFUERZO**

Verifican el torón a la llegada de este a la planta, que cumpla con las características solicitadas al área de compras y revisando que No tenga escamas de oxido. No esté flameado. Que esté libre de grasas y aceites.

Inserta el acero de presfuerzo en cada una de las trabes por fabricar y se ubican como lo establece el croquis de taller (Figura IV.3.7)



**Figura IV.3.7- Introducción del torón. (Foto tomada por el autor)**

## COLOCACIÓN DE ARMADO DENTRO DEL MOLDE

Se coloca el armado en molde utilizando un balancín de 27 mts de longitud como se aprecia en la siguiente imagen:



Figura IV.3.8- Introducción del armado al molde. (Foto tomada por el autor)

## COLOCACIÓN DE CIMBRA FLOTANTE

Una vez colocado y alineado el acero de refuerzo de acuerdo al trazo, se estroba y se coloca la cimbra flotante por módulos de 3 mts, se alinea, se sujeta y se troquela (Figura IV.3.9). La cimbra flotante es la que nos va a dar el recubrimiento (Figura IV.3.10)



Figura IV.3.9.- Cimbra flotante. (Foto tomada por el autor)



**Figura IV.3.10.- Cimbra flotante dentro del molde. (Foto tomada por el autor)**

## TENSADO

Se realiza el enhebrado del torón en las tapas guías del molde (traversa), cumpliendo con la distribución de torón que marca el croquis de taller. Se verifica junto con el supervisor que la bomba hidráulica cuente con registros de calibración (Figura IV.3.11.A y Figura IV.3.11.B)



Figura IV.3.11.A Manómetro (Foto tomada por el autor)



Figura IV.3.11.B Gato hidráulico para tensar. (Foto tomada por el autor)

En la fabricación de elementos de concreto pretensado, se considera como actividades de alto riesgo el tensado, destensado (corte de torón), desalojo, manejo y carga de elementos; Trabajos que se realizan de manera frecuente, por lo cual aun siendo actividades de alto riesgo, éstas se realizan de manera sistemática, por tal motivo no se llenara la solicitud de actividades de alto riesgo, solamente se dará aviso al encargado de seguridad y medio ambiente de forma verbal antes de realizar dichas actividades. Sólo en caso de que una actividad se realice en una situación u horario extraordinario se llenará la solicitud.

Acordona el área, retira al personal operativo y se da inicio al tensado del torón, de acuerdo a lo especificado en el croquis de taller (Figura IV.3.12), verificado y anotado por el laboratorio y control de calidad las cargas y deformaciones obtenidas de cuando menos un torón por cada línea de fabricación, así mismo se queda con el reporte para su control y seguimiento (Formato IV.3.3 Registro de Esfuerzo-Deformación.)



**Figura IV.3.12.- Tensado del torón. (Foto tomada por el autor)**

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE FABRICACION</b>	CÓDIGO
		REV. " 0 "
PROCEDIMIENTO:	ACERO DE REFUERZO	
REGISTRO:	REGISTRO DE ESFUERZO-DEFORMACION	

DATOS DE PROYECTO			
Fecha de Tensado: _____	Fecha de Rep.: _____	Reporte N°: _____	Hoja N°: _____
Obra: _____	(P) Fuerza Esp. (kgf): _____		
Dirección: _____	(L) Logitud de mesa (cm): _____		
Elemento: _____	Cantidad fabricada: _____		
Cliente: ICA	Pretensado <input checked="" type="checkbox"/>	Postensado <input type="checkbox"/>	

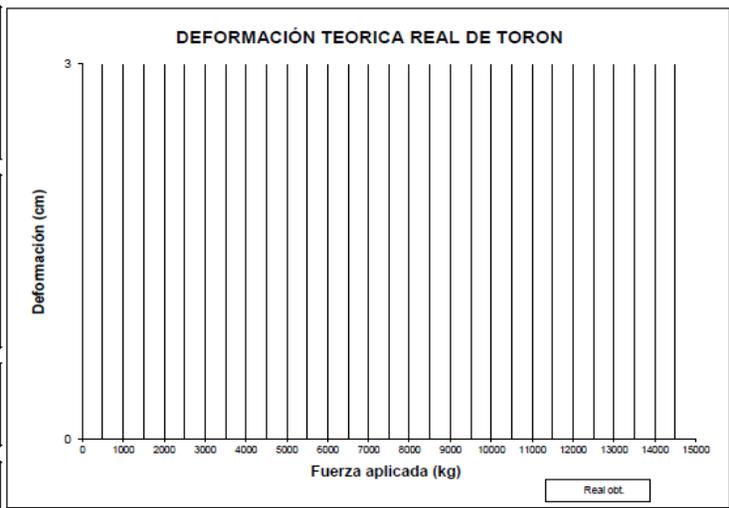
DATOS DEL ACERO DE PRESFUERZO		
Marca: _____	Procedencia: _____	
Diámetro (mm): _____	Mod. de Elast. (E): _____	(A) Área (cm²): _____

Registro de deformación real obtenida				
Lectura	Fuerza aplicada		Def. (cm)	
	Psi	kgf	Teo.	Real
1				
2				
3				

Deformación Teórica de la carga última (cm)	
D= $\frac{FL}{AE}$	
D= $14,250 \times \frac{0}{0} = \frac{0}{0} = \text{####}$	

Desviaciones	
Desv. de la deformación (%):	
Esp. = ±	5 %

Ref: NMX C -
SCT N° N-



Observaciones:

Realizó Operador	Revisó Sup. ICA	Aprobado Cliente
Nom. y Firma	Nom. y Firma	Nom. y Firma

**Formato IV.3.3.- Registro de esfuerzo-deformación del presfuerzo. Formato elaborado por el área de producción de PRET.**

No se puede continuar con el proceso de fabricación, si no se verifica la elongación del cable, como medida de una aplicación correcta de la carga establecida por el “Croquis de Taller”.

El Formato IV.3.3 es una herramienta que nos dará el esfuerzo-deformación del torón al momento de tensarlo ya que se tensa a 14 ton de esfuerzo, se va registrando las lecturas que nos da el gato de tracción, se toman 3 lecturas que después se aplican a la formula de deformación y se grafica, esto para saber que el torón cumple con la norma con respecto a su deformación y con los estándares de calidad solicitados.

## COLADO

Se realiza la Solicitud y Autorización de Colado (Formato IV.3.4) con 24 horas previa al colado que confirma al "Programa de Suministro de Concreto".

Con la solicitud autorizada de colado, el Jefe de Producción solicita a la planta de concreto el suministro de este.

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE FABRICACION</b>	CÓDIGO
		REV. " 0 "
<b>PROCEDIMIENTO:</b>	COLADO Y CURADO	
<b>ANEXO:</b>	SOLICITUD Y AUTORIZACIÓN DE COLADO	

FECHA: \_\_\_\_\_

PROYECTO O SITIO DE TRABAJO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_ REPORTE No : \_\_\_\_\_

<b>FECHA DE PEDIDIO</b>

<b>FECHA DE SUMINISTRO</b>

<b>HORA DE INICIO EN OBRA</b>

Características del concreto				Tipo de cemento	Tipo de Grava	Volumen solicitado M <sup>3</sup>	Volumen Suministrado M <sup>3</sup>
F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	T.M.A	Rev	F'ci(Kg/cm <sup>2</sup> )				
							/ / /

Tipo de elemento a colar	No. De piezas a colar	No. De piezas coladas

ELABORÓ

\_\_\_\_\_

AUTORIZÓ

\_\_\_\_\_

ENTERADO

\_\_\_\_\_

LABORATORIO

**Formato IV.3.4- Solicitud y autorización de colado. Elaborado por el área de producción de PRET.**



Cuando las ollas de concreto llegan a la planta, el laboratorio utiliza este registro (Formato IV.3.5) para realizar el revenimiento al concreto, antes de que comience el colado, registra el tiempo de salida y de llegada de la olla, al igual que la consistencia del concreto, registra la hora de inicio y la termino del colado y las notas de remisión para saber el volumen de cada olla y verificar que el tiempo entre cada olla este dentro de lo estipulado en la norma.

Se inicia el colado vertiendo el concreto iniciando con la losa inferior, por los extremos en los apoyos de los capiteles (CON DOS FRENTES DE COLADO).

Realiza el vibrado, considerando los siguientes puntos:

La separación entre inmersiones del vibrador, no será mayor a 40 cm. La penetración entre la capa inferior contigua, previamente colocada no sea mayor de 10 cm.

El tiempo de vibrado es de 15 segundos como máximo por inmersión.

Se inicia el colado de la trabe hasta llegar al centro revisando y asegurado que el concreto llegue al nivel de la cimbra flotante, y se inicia un segundo colado para dar la pendiente indicada en proyecto, iniciando por los extremos de igual manera (Figura IV.3.13).

Se continúa con el muro del eje de la trabe, iniciando de los extremos verificando el nivel de concreto, este colado se realiza en capas no mayores a los 30 cm y a lo largo de la trabe.

Se cuela el muro exterior de la trabe, iniciando de los extremos verificando el nivel de concreto.

Se le da el acabado final.

Tapa la línea, conforme vaya dando por terminado el acabado de la cara superior del elemento, formando la cámara de curado (Figura IV.3.14).



**Figura IV.3.13- Colado de la trabe. (Foto tomada por el autor)**

## CURADO A VAPOR

De acuerdo a las pruebas realizadas del concreto con el que se fabricó las Traveses W, se define en conjunto el tiempo de reposo inicial y de curado (Figura IV.3.14)

Verifica con el Laboratorio el fraguado inicial del elemento. Da el tiempo de reposo para el enfriamiento del elemento después de que ha finalizado el curado a vapor siendo este una hora como mínimo (Formato IV.3.6).

Se verifica en el Laboratorio de Control de Calidad que ha alcanzado la resistencia de transferencia ( $f'_{ci}$ ) de la línea de Trabe W. Indica el momento en que se descubra la línea de fabricación.

Para el proceso de destensado se acordona el área, se retira al personal operativo y se realiza la actividad, cortando el torón en el orden indicado. Corta el torón con dos frentes de manera simultánea un torón a la vez y que corresponda al mismo torón. De manera alternada entre los extremos de la trabe.



Figura IV.3.14.- Curado a vapor. (Foto tomada por el autor)

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN</b>	CÓDIGO
		REV. " 0 "
<b>PROCEDIMIENTO:</b>	COLADO Y CURADO	
<b>REGISTRO:</b>	REPORTE OPERACIONAL DE CURADO A VAPOR	

Fecha de Rep.: \_\_\_\_\_  
Rep. N°: \_\_\_\_\_  
Hoja: \_\_\_\_\_

Fecha de Curado: _____	Hr. de inicio de curado: _____
Elemento Curado: _____	Hr. Fin de curado: _____
Obra: _____	Dirección: _____

Hrs. de Curado	Hr. que se toma Temp.	Distancia en mts. de toma de lec. en °C										Temp. en °C Promedio					
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90		100				
1		REPOSO INICIAL ANTES DEL CURADO															
2																	
3																	Tem. Antes de aplicación de vapor
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	



Observaciones	Referencias SCT (ACI 517)
---------------	------------------------------

Reporto	Reviso	Enterado
_____	_____	_____
Nom. y firma	Nom. y firma	Nom. y firma

**Formato IV.3.6.- Registro operacional de curado a vapor. Formato elaborado por el area producion de PRET.**

Con el reporte operacional de curado a vapor (Formato IV.3.6), nos da los datos para poder controlar la temperatura al momento del curado, dependiendo el tiempo de curado se van tomando las lecturas y se va registrando la temperatura, en este registro se hace referencia la norma aplicable para verificar su cumplimiento, y al final se grafica para validar se encuentra dentro de los limites.

## **DESMOLDE**

Una vez realizado el ensaye a compresión del cilindro de concreto tomado del suministro de concreto con el cual se coló la trabe y este ha alcanzado el  $f'c \geq 80\%$  (Formato IV.3.7), se procede a realizar la transferencia de preesfuerzo en el elemento prefabricado, y se retira la soldadura aplicada en los accesorios.

Se liberan los tapones y los troqueles utilizados para su alineación, se aflojan los tensores del costado para liberación del elemento, Se retira la cimbra flotante y los cartabones tanto exteriores como interiores.

Se extrae el elemento, levantando un extremo, después el otro extremo dejándola calzada, y posteriormente se procede a la extracción de ambos extremos (Figura IV.3.15).



**Figura IV.3.15.- Trabe fuera del molde. (Foto tomada por el autor)**

<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DEL LABORATORIO CENTRAL PRET</b>	<b>CÓDIGO</b> 1  REV. 1
<b>PROCEDIMIENTO: DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION EN CILINDROS DE CONCRETO</b>	
<b>REGISTRO: INFORME DE RESISTENCIA A COMPRESION EN CILINDROS DE CONCRETO</b>	

<b>Datos de proyecto</b>	
f'c (kg/cm <sup>2</sup> ):	Rev. (cm):
TMA (mm):	Concreto tipo:
f'ci (kg/cm <sup>2</sup> ):	Resistencia:
Elemento colado:	

Fecha de reporte: \_\_\_\_\_ Reporte N°: \_\_\_\_\_  
 Planta Premez.: \_\_\_\_\_ Hoja: \_\_\_\_\_  
 Cliente: \_\_\_\_\_  
 Obra: \_\_\_\_\_  
 Ubicación de la obra: \_\_\_\_\_

Muestra N°	Fecha de colado	Elemento y localización	Fecha de prueba	Rev. obt. (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga de ruptura en kgf (N)	Resistencia en kgf/cm <sup>2</sup> (N/mm <sup>2</sup> )		Edad de ensaye (días)	Curado empleado
							Obtenido	Promedio		

Masa unitaria del concreto fresco (kg/m<sup>3</sup>): \_\_\_\_\_  
 Contenido de aire (%): \_\_\_\_\_  
 Normas aplicables: \_\_\_\_\_

Este informe solo aplica a la (s) muestra (s) aquí indicada (s)

**Observaciones:**

Realizó: \_\_\_\_\_  
 Laboratorio: \_\_\_\_\_

Revisó: \_\_\_\_\_  
 Signatario Autorizado

\_\_\_\_\_ Norm. y firma

\_\_\_\_\_ Norm. y firma

\_\_\_\_\_ Norm. y firma

**Formato IV.3.7.- Informe de resistencia a compresión en cilindros de concreto. (Formato elaborado por el laboratorio de PRET)**

Con este formato del laboratorio (Formato IV.3.7) vamos obtener los resultados de las pruebas a la compresión, donde sabremos si el concreto ya alcanzo su  $f'c$  mínimo para poder cortar los torones, y también nos dará el resultado para la prueba a los 28 días donde sabremos si alcanzo su resistencia de proyecto el concreto.

## **TRANSPORTE – ESTIBA**

Se prepara el transporte (equipos modulares) para colocación de la trabe utilizando durmientes y polines según convenga a su estabilidad.

Se transporta hasta el sitio de estiba. (Figura IV.3.16)

Se estiba el elemento utilizando durmientes y apoyándolo solo en los extremos de la trabe W.



**Figura IV.3.16.- Transporte-estiba. (Foto tomada por el autor)**

## DETALLADO

Ya que la Trabe W se encuentra estibada (Figura IV.3.17), se retira de la trabe todo el material suelto y dañado de los extremos por la liberación del presfuerzo, retirando este material con cincel y maceta.

Se cortan las puntas de torón de cada extremo de la Trabe W utilizando pulidor y disco de corte de metal para este fin.

En caso de que exista alguna desportilladura o fisura en alguna de sus partes de la trabe, realizar el detallado aplicando la especificación para detallado de elementos de concreto y siguiendo las recomendaciones del fabricante del mortero de reparación.

Se revisa la Trabe W para su liberación, se realiza su levantamiento físico y se rotula. (Este detallado lo verificamos con el registro de carga al vehículo Formato IV.3.8).



**Figura IV.3.17.- Almacenaje para su detallado. (Foto tomada por el autor)**

## LIBERACION DE LA TRABE PARA MONTAJE

El elemento de concreto es inspeccionado antes de su salida de los talleres de fabricación (Figura IV.3.18), ya aprobado se realiza su traslado y montaje en el sitio.



Figura IV.3.18.- Liberación de la trabe para su montaje. (Foto tomada por el autor)

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN</b>	CÓDIGO
		REV. "0"
<b>PROCEDIMIENTO:</b>	CARGA AL VEHÍCULO	
<b>REGISTRO:</b>	VERIFICACIÓN PARA LA SALIDA DE TRABES	

CHECK-LIST  
TIPO DE TRABE \_\_\_\_\_

OBRA:	CLIENTE
CONSTRUCTORA:	HORA:
FRENTE:	FECHA:
ELEMENTO:	
PLANO O ESPECIFICACIONES DEL ELEMENTO	

DESCRIPCION DEL ELEMENTO PREFABRICADO

No.	PREFABRICADO	TIPO		DIMENSIONES	
		SI	NO	SI	NO
1	IDENTIFICACION DE LA PIEZA				
2	ORIENTACION DE LA PIEZA				
3	MARCACION DE EJES				
4	VERIFICACION DE DUCTOS DE TRABE RESPECTO A SU POSICION Y DIMENSIONES ASI COMO DESTAPADOS				
5	ESTADO DE ESTIBAMIENTO				
6	GANCHOS DE IZAJE				
7	CONSERVACION DE RESANES				
8	FISURAS Y DAÑOS FISICOS				
9	REPARACION DE FISURAS				
10	CONTRAFLECHA VISIBLE				
11	TORONES EXPUESTOS				
12	GEOMETRIA DEL ELEMENTO				
13	LIJADO DEL ELEMENTO				

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

ENTREGO	REVISO	REVISO SUPERVISION
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA

**Formato IV.3.8.- Registro de la verificación para la salida de trabes. (Registro elaborado por el área de producción de PRET)**

El registro Verificación para la salida de traveses (Formato IV.3.8) nos hará saber si la pieza se detalló, fecha de envío para su montaje, si tiene fisuras, si se colocaron sus accesorios, y si está lista para su montaje. Verifica que los elementos ya cargados en la unidad de transporte no hayan sufrido golpes durante la maniobra mediante el Check List (Formato IV.3.8.)

## **MONTAJE DEL ELEMENTO**

Revisa físicamente el área de montaje, así como los espacios o longitudes donde se colocará la Trabe W para asegurarse de que corresponden a las medidas físicas del mismo. Solicita al Jefe de Obra de ICACU, el montaje, si no existen diferencias.

En caso de que exista diferencia entre las medidas físicas del lugar en donde será montada la trabe, se notifica al área de Aseguramiento de Calidad de PRET, verificando la estabilidad de la estructura con el fin de acordar la causa de la desviación y solicitar autorización y realizar los ajustes necesarios.

Realiza una inspección en conjunto con el área de Aseguramiento de Calidad de PRET, para informar al Jefe de Montaje y éste realiza la liberación de las zonas de montaje.

Realiza las maniobras necesarias para acomodar las grúas conforme a la Ingeniería de Proyecto (cinemática de montaje), de acuerdo a las indicaciones del Supervisor de Montaje.

Recibe y realiza una supervisión de la integridad física del Elemento, posterior a esto se realiza una revisión geométrica para asegurar que el Elemento que se recibe, cumpla con las características del Proyecto, entonces el Jefe de Montaje firma de conformidad el "Control de Envío".

En caso de registrarse desviaciones en la logística del Montaje, referirse al Procedimiento de Aseguramiento de Logística de Montaje.

Realiza la sujeción del Elemento con los accesorios de izaje.

Realiza el izaje y montaje del Elemento conforme al Proyecto.

Coloca el Elemento provisionalmente con los accesorios de fijación necesarios, para asegurar su posición.

Se realiza una topografía de Montaje para asegurar que el Elemento quedó montado de acuerdo al Proyecto. Supervisa la fijación final, de acuerdo al alcance del Presupuesto (Figura IV.3.19)



Figura IV.3.19 .- Montaje de la trabe (foto tomada por el autor)

**Mano de obra e ingeniería mínima requerida para llevara cabo el procedimiento de fabricación de trabes:**

Superintendente de Construcción  
Jefe de Producción (Jefe de Obra A/B)  
Inspector de calidad  
Jefe de Línea (Jefe de Frente)  
Supervisor de Área (Sobrestante)  
Cuadrilla de Obreros  
Supervisión del cliente  
Maniobrista  
Oficial Albañil  
Auxiliar Técnico  
Operador de Grúa  
Cuadrilla de Acero  
Laboratorista  
Operador de Camión Revolvedora.  
Operador de Transporte  
Jefe de Montaje  
Topógrafo  
Jefe de Montaje  
Maniobrista  
Supervisor Montaje  
Jefe de Línea

## CONCLUSIONES

La industria de la construcción es una gran fuente de generación de empleos y aporta gran parte del PIB al país, por estas razones se encuentra constantemente innovando y a la vanguardia en tecnología y en los procesos de fabricación.

En la década de los 90's, la construcción se realizaba con el método tradicional, la construcción en sitio generando una mayor utilización de recursos en maquinaria, materiales, limpieza y tiempo, lo que conlleva a incrementar la mano de obra, debido a esto y a la necesidad de mejorar los procesos de construcción se comenzó a implementar el proceso de prefabricación.

El proceso de elementos prefabricados se lleva a cabo en un lugar diferente a la obra, es decir en una planta de producción, posteriormente los elementos son transportados a la obra, en donde solo se prepara el sitio para recibir y montar el elemento prefabricado; es por ello que no se requiere el mismo volumen de materiales, maquinaria y mano de obra, como en la construcción en sitio, adicional a esto, se generan otro tipo de ventajas ya que no se interrumpe la circulación vehicular en las zonas de la obra, reduce el tiempo de espera en el fraguado del concreto y minimiza la generación de basura y escombros.

El proceso de prefabricación utiliza diferentes métodos y materiales a los usados en el sitio de la obra, como lo son, concreto de alta resistencia con aditivos acelerantes para el desmolde de la pieza, curado a vapor que acelera hasta un 100% el proceso de fraguado, reduciendo de 3 días a 24 horas el desmoldar un elemento, se reduce la cantidad de equipos utilizados y se optimiza el tiempo de las horas/máquina.

El avance en obra con los sistemas de prefabricación es considerablemente mayor al avance generado con el método tradicional debido a que este último depende del tiempo de fraguado del concreto para poder continuar con el siguiente elemento, es por esto, que con los elementos prefabricados obtenemos mejores resultados en tiempos y costos.

Si adicional al uso de este método de construcción se trabaja dentro de un sistema de gestión integrado, controlando los procesos, llevando a cabo las medidas de seguridad y las medidas para el cuidado del medio ambiente, todo esto con una administración eficiente de los recursos lograremos sin duda los resultados planeados para el proyecto.

En la actualidad pocas empresas constructoras cuenta con una certificación de su sistema de calidad, bajo las normas ISO, debido a que desconocen los beneficios que con lleva la implementación y mantenimiento de un Sistema de Gestión manteniendo el control de los procesos a través de la estandarización de actividades, el control de materiales y proveedores, la generación y control de documentos, así como la

atención de desviaciones bajo la metodología de acciones preventivas y correctivas para la mejora de los procesos, asegurando el cumplimiento a los requerimientos y especificaciones del cliente, dentro de las normas aplicables.

En este proyecto se presenta de forma general el manejo del sistema de gestión desde la interacción con el cliente, los proveedores, las condiciones y normas correspondientes para la ejecución del proyecto, así como la aplicación en los procesos de prefabricación a través de la elaboración de manuales, procedimientos y registros que se elaboran a partir de las necesidades del proyecto y de cada área de trabajo.

La flexibilidad en los sistemas de gestión nos permite adaptar a cada proyecto u obra, los requerimientos necesarios para su implementación y mantenimiento sin importar la magnitud y tiempo del proyecto, con el objetivo cumplir lo definido con el cliente en calidad, tiempo y costo, apegado a las normas aplicables y siempre con un enfoque hacia la mejora continua.

# GLOSARIO

**ELEMENTO PREFABRICADO:** Pieza de concreto con o sin presfuerzo que se fabrica fuera de su posición final del proyecto, ya sea en la Planta de Prefabricados, plantas alternas de ésta ó a pie de obra para posteriormente montarlo en el sitio definitivo.

**MONTAJE:** Método por el cual se colocan los diferentes prefabricados en obra.

**AC SMA:** Aseguramiento de Calidad, Seguridad y Medio Ambiente

**SGE:** Sistema de Gestión de la Empresa

**A.S.T.M.:** American Society of Testing Materials.

**LOGÍSTICA DE PLANTA.** Croquis de la planta en donde se ubican las zonas en donde se realizaran las actividades de fabricación y almacén del producto terminado.

**MÓDULOS.** Se le llama a las secciones geométricas en que se divide el molde para tener un mejor manejo en su fabricación e instalación.

**REVENTONES.** Se le llama a la colocación de hilos en sentido longitudinal y transversal para el alineamiento y nivelación de los módulos metálicos.

**ESTROBAR.** Acción de conectar los grilletes en los ganchos de izaje de la trabe para su extracción de la mesa de fabricación, estiba, carga y descarga.

**GRILLETES.** Elementos metálicos especiales para sujetar los ganchos de izaje y evitar movimientos durante su maniobra.

**CIMBRA:** Estructura metálica temporal, que sostiene provisionalmente el peso del concreto durante el proceso de colado y fraguado.

**DESMOLDANTE:** Membrana que impide al concreto adherirse a las paredes de la cimbra.

**GANCHOS DE IZAJE:** componentes estructurales del Elemento, que permiten elevar o bajar los elementos prefabricados con seguridad.

**CROQUIS DE TALLER:** documento en el cual se muestra a detalle las características de forma y las especificaciones de material y dimensiones de los elementos a fabricar.

**ACCESORIOS:** elementos forjados a base de acero estructural y acero de refuerzo adicionales al armado del acero de refuerzo o la cimbra de los Elementos prefabricados.

**ACERO DE REFUERZO:** son barras de acero de refuerzo corrugado o mallas electrosoldadas, usadas para constituir el armado del concreto.

**ASPERSOR:** máquina mediante la cual se aplica el desmoldante a la superficie de la cimbra.

**ACERO DE PRESFUERZO (TORÓN):** tendón compuesto generalmente de 7 alambres o hilos, de los cuales el central es recto y los otros 6 longitudinalmente siguen una trayectoria helicoidal.

**PRETENSADO:** método de presfuerzo en el cual los tendones se tensan antes de que se cuele el concreto.

**ANCLAJE:** dispositivo para mantener los tendones bajo tensión.

**CURADO:** Aplicación de algún método establecido para evitar la pérdida de humedad (aplicación de agua, vapor o colocación de lonas).

**REVENIMIENTO:** Es una medida de la consistencia del concreto fresco en término de la disminución de altura.

**ATIESADORES O PUNTALES:** elemento de sujeción aplicados a los moldes de colado

**ICACU:** ICA Construcción Urbana.

**ACCIDENTE:** Evento no deseado que da lugar a pérdidas de la vida o lesiones, daños a la propiedad o al medio ambiente de trabajo.

**ACCIÓN CORRECTIVA:** Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada y evitar su recurrencia.

**ACCIÓN CORRECTIVA INMEDIATA:** Actividad(es) realizada(s) con el objetivo de atender o solucionar las causas a corto plazo de la no conformidad.

**ACCIÓN PREVENTIVA:** Una acción tomada para eliminar las causas de no conformidad potenciales, con el fin de evitar su ocurrencia.

**ACTIVIDAD:** Conjunto de operaciones afines que contribuyen al logro de una o varias funciones.

**AMBIENTE:** Entorno en el que opera una organización incluyendo agua, aire, suelo, recursos naturales, flora, fauna, los seres humanos y las interrelaciones entre éstos.

**ALTA DIRECCIÓN:** Persona o grupo de personas que dirigen o controlan al más alto nivel una organización.

**ANEXOS:** Información complementaria que se considera necesaria para cumplir adecuadamente con un procedimiento o formato. Los anexos se deberán adjuntar físicamente al final del procedimiento.

**AUDITORÍA INTERNA:** Análisis sistemático e independiente para determinar si las actividades del Sistema de Gestión de la empresa cumplen con las disposiciones establecidas y si estas son implantadas eficazmente y son apropiadas para el logro de los objetivos de calidad, seguridad y medio ambiente.

**AUDITOR INTERNO:** Persona con la competencia para realizar auditorías en el Sistema de Gestión de la empresa.

**AUDITOR LÍDER:** Responsable de coordinar y dar seguimiento al proceso de auditoría.

**AUDITADO:** Es la persona, área o gerencia declarada en el Sistema de Gestión.

**CLIENTE:** Organización o persona que recibe un producto o servicio.

**CLIMA ORGANIZACIONAL:** Es la toma de signos vitales de la organización para identificar los factores que impulsan u obstaculizan la productividad.

**CÓDIGO:** Es la asignación de un dígito, símbolo o nomenclatura que sirve para identificar un documento en particular.

**CONCIENCIACIÓN:** Acción de modificar la conducta del individuo, a través del convencimiento, en favor de la formación de una cultura de calidad, seguridad y medio ambiente.

**CONTROL DE DOCUMENTOS:** Implica la protección y difusión del documento, asegurándose de que permanezcan accesibles para el personal que realiza la actividad.

**DOCUMENTO CONTROLADO:** Es todo aquel documento que preste información que afecte a la calidad del producto y/o servicio que se ofrezca, al medio ambiente y/o a la seguridad y salud en el trabajo de los productos y que estén declarados en el Sistema de Gestión de la empresa.

**DOCUMENTO CONTROLADO EXTERNO:** Documento que sirve para apoyar el desarrollo de las actividades y funciones del Sistema de Gestión y que no es elaborado de manera interna.

**EFICACIA:** Extensión en la que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados.

**ENLACE:** Personal designado por el Gerente del área para el control de copias controladas y registros de calidad, acciones correctivas y/o preventivas, producto y/o servicio no conforme.

**ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACIÓN:** Disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones entre el personal.

**FORMATO:** Documento que contiene datos fijos y espacios en blanco para ser llenados con información variable.

**INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:** Descripción detallada de una actividad, generalmente se aplica para actividades cotidianas y repetitivas.

**MANUAL DE GESTIÓN:** Documento que especifica el Sistema de Gestión de la organización.

**MEJORA CONTINUA:** Grado constante de desarrollo y avance para enfrentar los cambios y mejorar los servicios y/o productos que se elaboran para satisfacer a los clientes.

**MINISTRACIONES:** Es la entrega de los recursos financieros conforme a lo planeado y programado

**MECANISMOS DE CONTROL:** Lineamientos o regulaciones establecidos para controlar, disminuir o eliminar los riesgos y los impactos ambientales significativos generados por actividades, procesos o productos.

**NC:** No conformidad.

**NO CONFORMIDAD:** Incumplimiento de un requisito de la Norma ISO 9001 :2 008, ISO 14001 :2004, BSI OHSAS-18001 :2007 (NMX-SAST-001-IMNC-2008) o de las disposiciones establecidas en el SG de PRET.

**PARTE INTERESADA:** Individuo u organización interesada en el desempeño ambiental o de seguridad y salud ocupacional de PRET como: autoridades, organizaciones no gubernamentales, comunidad, usuarios, contratistas, proveedores, entre otros.

**POLÍTICA:** Política de Calidad, Seguridad y Medio Ambiente de PRET.

**PRET:** Prefabricados y Transportes, S. A. de C. V.

**PROBLEMA:** Conjunto de causas que evitan o dificultan la consecución de algo.

**PROCEDIMIENTO GENERAL:** Es el procedimiento que hace referencia a los lineamientos establecidos en la Normas ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, BSI OHSAS 18001:2007 (NMX-SAST-001-IMNC-2008) y es aplicable a toda la organización.

**PROCEDIMIENTO OPERATIVO:** Sucesión cronológica de operaciones concatenadas entre sí, que se constituyen en una unidad, en función de la realización de una actividad o tarea específica dentro de un ámbito predeterminado de aplicación.

**PRODUCTOS:** Todos los elementos que se generan en la realización de los diversos procesos o servicios (salida del servicio).

**PRODUCTO Y/O SERVICIO NO CONFORME:** Todo aquel producto y/o servicio que no cumple con las especificaciones o requerimientos establecidos por la organización y los usuarios.

**PROGRAMA:** Especificaciones de un grupo de actividades y la calendarización de las mismas.

**PROGRAMA DE AUDITORÍA:** Conjunto de una o más auditorías planificadas en un periodo de tiempo determinado y dirigidas hacia un propósito específico.

**PROVEEDOR:** Empresa u organización externa que provee un insumo para los procesos de PRET.

**QUEJA:** Manifiesto del cliente externo al no cumplir con los servicios o productos ofrecidos por PRET.

**RAC:** Requerimiento de acción correctiva

**RAP:** Requerimiento de acción preventiva

**RE-EVALUACIÓN DE PROVEEDORES:** En PRET, se define la Re-evaluación de Proveedores, como el seguimiento al suministro de bienes o servicios derivados de un contrato con entregas parciales, dentro de los plazos pactados en el propio instrumento.

**REGISTRO:** Documento con el cual se conserva evidencia de que los procesos del Sistema de Gestión se realizan de manera estándar conforme a lo especificado en los procedimientos o documentos controlados.

**SATISFACCIÓN DEL CLIENTE:** Percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido sus requisitos.

**SERVICIOS:** Serie de actividades realizadas con la finalidad de satisfacer una necesidad proveniente de cualquier cliente interno y/o externo.

SG: Sistema de Gestión.

**SISTEMA DE GESTION:** Conjunto de elementos y recursos necesarios para la implantación adecuada de la Administración de la Calidad, Seguridad y Salud en el Trabajo y Medio Ambiente (estructura, responsabilidades, política, procedimientos, procesos y recursos).

**SUGERENCIA:** Manifiesto del cliente externo para mejorar los servicios y/o productos ofrecidos por PRET.

**USUARIOS:** Es todo personal que interactúa en cualquier proceso del Sistema de Gestión y que recibe un producto y/o servicio.

**VALIDACIÓN:** Confirmación mediante el suministro de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica.

**VERIFICACIÓN:** Actividad realizada para comprobar la efectividad de las acciones correctivas o preventivas implantadas.

## BIBLIOGRAFIA

**LIBRO:** Desarrollo de una cultura de calidad (tercera edición)

**AUTOR:** Humberto Cantú Delgado

**EDITORIAL:** Mc Graw Hill

**EDICION:** Mayo 2007

**LIBRO:** Diagnostico administrativo; Procedimientos, procesos y reingeniería

**AUTOR:** Víctor Manuel Martínez Chávez

**EDITORIAL:** Trillas

**EDICION:** Noviembre 1999

**Norma ISO 9000:2005 (NMX-CC-9000-IMNC-2008)**

Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario

**Norma ISO 9001:2008 (NMX-CC-9001-IMNC-2008)**

Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos

**Norma ISO 9004:2000 (NMX-CC-9004-IMNC-2000)**

Sistema de gestión de la calidad. Recomendaciones para la mejora del desempeño

**Norma ISO 19011:2002 (NMX-CC-SAA-19011-IMNC-2002)**

Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental

**Norma ISO 14001:2004 (NMX-SAA-14001-IMNC-2004)**

Sistema de gestión ambiental - Requisitos con orientación para su uso

**Norma ISO 14050:2002 (NMX-SAA-14050-IMNC-2004)**

Gestión ambiental – Vocabulario

**Norma BSI OHSAS 18001:2007 (NMX-SAST-001-IMNC-2008)**

Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo – Requisitos

**Norma BSI OHSAS 18002:2000 (NMX-SAST-002-IMNC-2001)**

Sistemas de administración de seguridad y salud en el trabajo - Guía para la implantación de NMX-SAST-001-IMNC-2000

**Norma NMX-SAST-003-IMNC-2004**

Directrices para la competencia y evaluación de los auditores de los sistemas de administración de seguridad y salud en el trabajo.