

# PREDISEÑOS DE ESTRUCTURA DE ENTRADA, FILTRO GRUESO DINÁMICO, FILTRO GRUESO ASCENDENTE Y CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO PLANTA DE SANTA CECILIA DE TARRAZÚ



Ing. Diana A. Zambrano

Diciembre 2 de 2011

Contrato de servicios CR/CNT/1100072.001





**Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
Centro de Documentación e Información  
UEN Investigación y Desarrollo**



**AUTORIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA PUBLICAR TESIS, ESTUDIOS,  
ARTÍCULOS Y/O INFORMES PROPIEDAD INTELECTUAL DE AyA EN  
EL REPOSITORIO DIGITAL DEL CEDI**

**Yo, Annette Henchoz Castro**

---

**N° Cédula: 1-0725-0409**

---

**Dependencia: Gerencia General**

---

Autorizo como Sub Gerente General y representante legal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) cédula jurídica 4-000-042138 al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio Digital, Catálogo en línea (OPAC) y la intranet institucional de la documentación incluida en la lista adjunta.

Se trata de estudios y documentos cuyos derechos intelectuales y de uso son exclusivos de nuestra institución.

**E-mail:** [centrodoc@aya.go.cr](mailto:centrodoc@aya.go.cr) **N° Teléfono:** 2242-5487

Annette  
Henchoz Castro

Firmado digitalmente por  
Annette Henchoz Castro  
Fecha: 2019.11.25 16:07:20  
-06'00'

**Firma:** \_\_\_\_\_

## TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción .....	1
2	Descripción del sistema.....	1
2.1	Características generales .....	1
2.2	Calidad de agua de la fuente abastecedora.....	2
2.3	Características de operación de las unidades existentes.....	5
2.3.1	Filtración Lenta en Arena (FLA).....	5
2.4	Selección de unidades de pretratamiento .....	7
3	Cálculo del caudal de diseño de unidades de pretratamiento .....	8
3.1.1	Proyección del caudal de diseño con base en la población .....	9
3.1.2	Proyección del caudal de diseño considerando la capacidad actual con base en las velocidades de FLA.....	9
4	Diseño de unidades complementarias.....	10
4.1	Filtro grueso dinámico .....	10
4.2	Filtro grueso ascendente en capas .....	13
4.3	Cámara de contacto de cloro.....	15
5	Recomendaciones para la optimización de la planta .....	18
5.1	Filtros lentos .....	18
5.1.1	Instalación de cuello de ganso.....	18
5.1.2	Instalación de válvula de drenaje.....	19
5.1.3	Comunicación de los filtros lentos 1 y 2.....	19
5.2	Caseta de almacenamiento de arenas.....	19
5.3	Control de la calidad de agua .....	20
5.4	Control de los volúmenes de agua.....	20
6	Bibliografía.....	21

### LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Micromedición de mayo a agosto en Santa Cecilia de Tarrazú	2
Tabla 2. Datos de calidad de agua en las fuentes del sistema de abastecimiento en Santa Cecilia	2
Tabla 3 Datos microbiológicos del sistema de potabilización de Santa Cecilia de Tarrazú	5
Tabla 4 Características de funcionamiento filtros lentos de arena	6
Tabla 5 Guía para la selección de alternativas de FiME	8
Tabla 6 Cálculo de tanque de cloración Santa Cecilia	17

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Esquema planta de potabilización de Santa Cecilia de Tarrazú	1
Figura 2 Frecuencia acumulada de mediciones de turbiedad realizadas el 25 de septiembre de 2008.	3
Figura 3 Frecuencia acumulada de mediciones de color realizadas el 25 de septiembre de 2008.	4
Figura 4 Frecuencia acumulada de mediciones de turbiedad realizadas 30-31 de agosto y 1 de septiembre de 2011.	4
Figura 5 Granulometría filtros lentos	6
Figura 6 Unidades recomendadas para la planta de Santa Cecilia	7
Figura 7 Esquema de cámara de contacto de cloro	16
Figura 8 Estructura de salida de un FLA.	18
Figura 9 Operación del "Cuello de Ganso"	18
Figura 10 Esquema constructivo del cuello de ganso	19

### LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Criterios de diseño planta Santa Cecilia de Tarrazú, año 1998
ANEXO 2. Datos físicos de calidad año 2008
ANEXO 3. Datos microbiológicos

## 1 INTRODUCCIÓN

En el marco de cooperación con proceso participativo orientado a revisar retos en el sector de agua y saneamiento en Costa Rica se pretende apoyar la transferencia de aspectos técnicos de la tecnología de potabilización FIME, Filtración en Múltiples Etapas.

En este contexto la OPS/OMS se vincula como facilitador del proceso con Acueductos y Alcantarillados, apoyando con los prediseños de la estructura de entrada, el filtro grueso dinámico, filtros gruesos y la cámara de contacto de cloro con el fin de optimizar las labores de operación y mantenimiento de la planta de San Gabriel de Aserrí y proveer agua de buena calidad a la comunidad en mención con un sistema que sea sostenible.

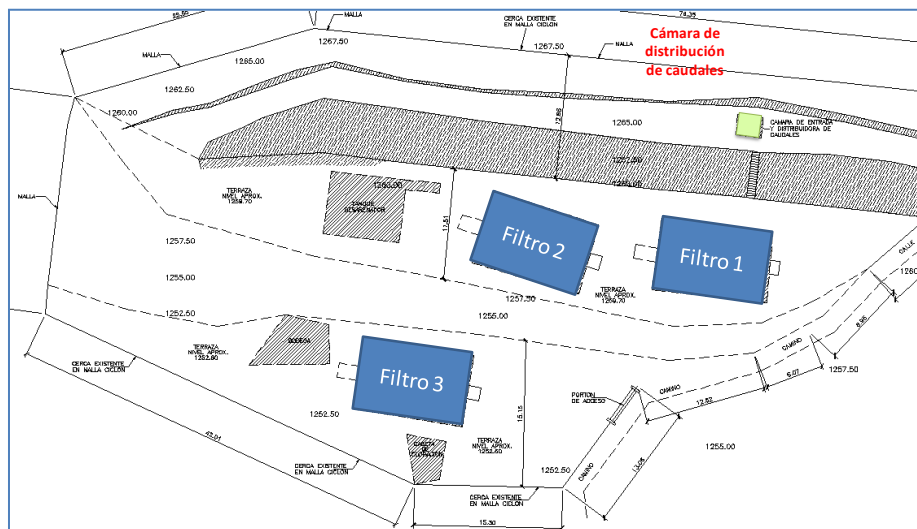
Este documento presenta la memoria de cálculo de las unidades mencionadas incluyendo los criterios y consideraciones definidas en su diseño.

## 2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

### 2.1 Características generales

Santa Cecilia es una localidad de carácter urbano, la cual recibe el servicio de suministro de agua a través de un sistema de tipo comunitario administrado por la ASADA de Santa Cecilia.

El sistema de tratamiento de está compuesto por una cámara de distribución de caudales y tres filtros lentos. La desinfección se realiza con la dosificación de cloro en un tanque precedente al tanque de almacenamiento. El esquema de la planta se presenta en la Figura 1. El sistema de filtración, fue diseñado en el año 1996, considerando 310 casas, un periodo de diseño de 20 años, tasa de crecimiento de 3.5%, dotación de 150 L/hab\*día, factor máximo diario de 1.25 y un factor máximo horario de 1.5, calculando finalmente un caudal medio de 6.43 L/s, caudal máximo diario de 8.03 L/s y un caudal máximo horario de 12.4 L/s. El soporte de estos parámetros se presenta en el ANEXO 1. Para el diseño de la planta de tratamiento se presentó como caudal de diseño 8 L/s, sin embargo no se dispone de una memoria que presente los criterios tenidos en cuenta para su diseño.



Actualmente la planta de Santa Cecilia trata un caudal promedio de 14.3 L/s, filtrando un 50% del tiempo un caudal entre los 10 y 14 L/s, medidos en el periodo entre el 30 de agosto y el 1 de septiembre de 2011. Sin embargo este caudal ha sido modificado por recomendación de esta consultoría ya que este valor excedía las necesidades del abastecimiento requerido y se estaba desfogando por los reboses. A la fecha de este informe el operador de la planta a encontrado el punto de estabilidad de operación del sistema de tal forma que satisface la demanda de la población con un caudal de 4 L/s.

La Asada empezó la instalación de micromedidores desde el mes de mayo alcanzando el 100% de los usuarios en el mes de agosto. Actualmente presta el servicio a 423 usuarios, los cuales reportan los consumos presentados en la Tabla 1, registrando un consumo medio por persona de 136 L/hab\*día.

Tabla 1 Micromedición de mayo a agosto en Santa Cecilia de Tarrazú

Mes	Total Metros <sup>3</sup> facturados por mes	Total usuarios facturados por mes	m <sup>3</sup> /usuario*mes	L/hab*día
Mayo	2793	163	17.13	114.2
Junio	4365	237	18.42	122.8
Julio	5960	316	18.86	125.7
Agosto	8455	310	19.99	133.3
		<b>Promedio</b>	<b>18.60</b>	<b>124</b>

## 2.2 Calidad de agua de la fuente abastecedora

Acorde al periodo estacional seco o húmedo, la planta se abastece de diversas fuentes, sin embargo el mayor porcentaje del tiempo se abastece de la quebrada que en este informe se reporta como quebrada Loro.

La Tabla 2 presenta datos de calidad en los años 1998, 1999, 2001, 2002, 2002 y un muestreo continuo el 25 de septiembre del 2008. El soporte de esta información se presenta en el ANEXO 2.

Tabla 2. Datos de calidad de agua en las fuentes del sistema de abastecimiento en Santa Cecilia

Fecha	Hora	Localización	Color UPC	Turbiedad UNT	pH	Coliformes fecales NMP
10/01/1998	07:00	Naciente Rafael Umaña				460
10/01/1998	07:21	Naciente Rafael Umaña				
14/01/1998	07:00	Naciente Rafael Umaña	2	1,2		
14/01/1998	07:21	Naciente Rafael Umaña	0	0,2		
30/06/1999	07:00	Quebrada Rafaleon				3,6
30/06/1999	09:15	Mezcla quebrada Loro y Rodeo				3,6
13/03/2001	09:00	Mezcla quebrada Loro y Canet	0	0,5	3,97	
06/08/2002	10:20	Quebrada Canet				3,6
06/08/2002	10:20	Quebrada Canet	0	0,7	3,86	
20/06/2008	08:10	Quebrada 2	0	0,4	3,8	
30/07/2008	07:42	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	1	0,4	3,93	9,1
30/07/2008	08:45	Quebrada 2	2	0,4	3,62	14

Fecha	Hora	Localización	Color UPC	Turbiedad UNT	pH	Coliformes fecales NMP
25/09/2008	14:00	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	1,25	0,71	4,3	
	15:00	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	1,25	0,86	4,3	
	16:00	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	15	22,3	4,4	
	16:20	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	40	70,7	4,5	
	16:30	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	50	90,9	4,55	
	16:40	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	70	124	4,6	
	16:50	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	70	112	4,65	
	17:00	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	50	79,9	4,6	
	17:10	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	30	51,5	4,6	
	17:20	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	20	46,9	4,6	
	17:30	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	20	38	4,5	
	17:40	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	17,5	33	4,55	
	17:50	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	17,5	27,2	4,5	
	18:00	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	15	24,8	4,55	
	18:10	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	15	22	4,45	
	18:20	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	15	18,4	4,5	
	18:30	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	12,5	15,7	4,45	
	18:40	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	12,5	16,3	4,45	
18:50	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	10	14,6	4,45		
19:00	Quebrada 1 (Quebrada Loro)	10	14,1	4,45		

Del muestreo continuo realizado en septiembre de 2008, la Figura 2 y 3 presentan las frecuencias acumuladas de turbiedad y color de la fuente abastecedora.

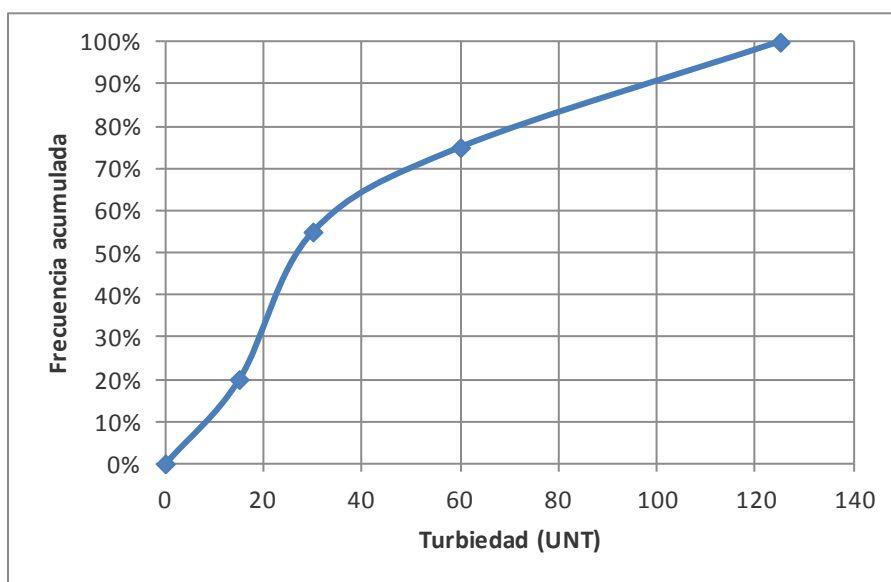


Figura 2 Frecuencia acumulada de mediciones de turbiedad realizadas el 25 de septiembre de 2008.

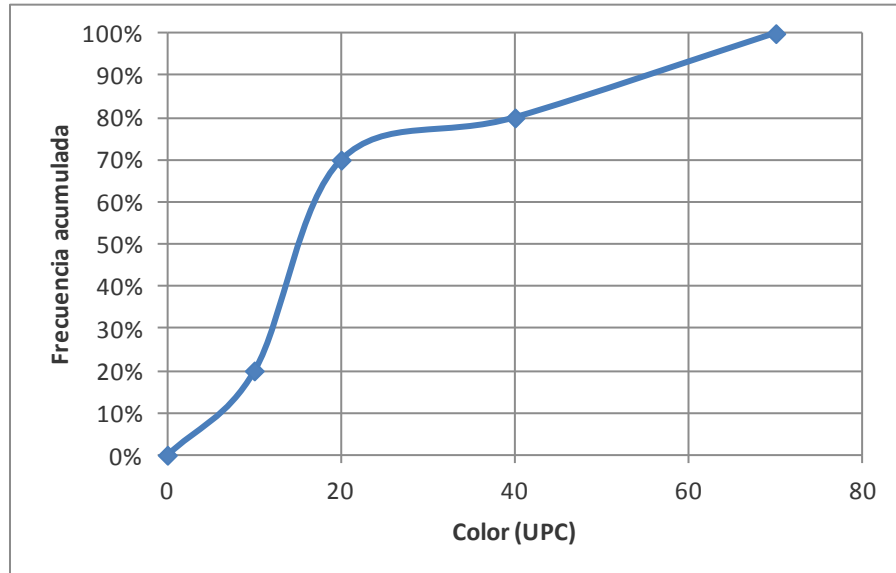


Figura 3 Frecuencia acumulada de mediciones de color realizadas el 25 de septiembre de 2008.

Una situación del agua a tratar a tener en cuenta es que esta presenta un pH ácido, de las mediciones del 25 de septiembre se encuentra un promedio de 4.49 con una desviación de 0.095.

A la fecha del presente estudio se revisó la calidad de agua en relación al parámetro de turbiedad, utilizando un turbidímetro de columna el cual proporcionara una idea de la calidad de agua afluente a la planta de filtración. Las mediciones se realizaron los días 30-31 de agosto y 1 de septiembre. La Figura 4 presenta las frecuencias acumuladas en cuanto a turbiedad registradas en el periodo mencionado. No fue posible la medición de pH y color.

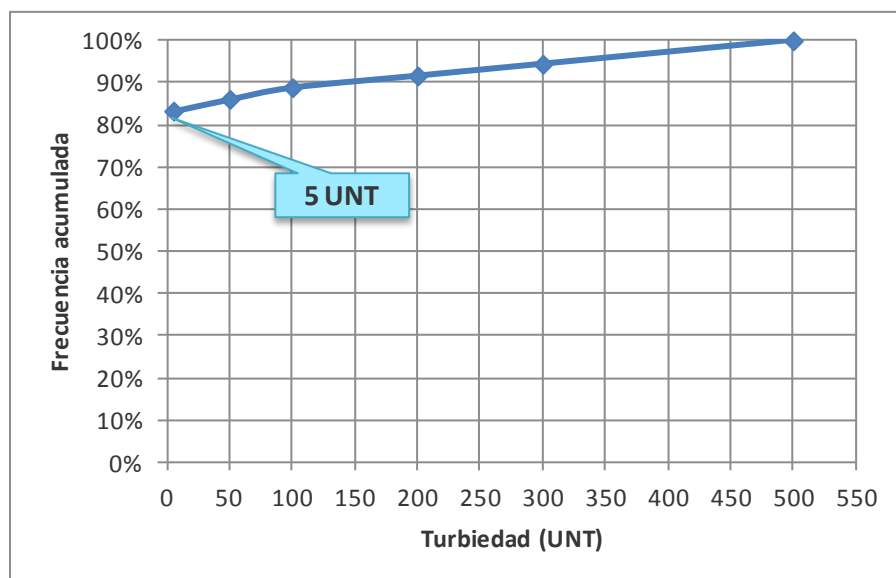


Figura 4 Frecuencia acumulada de mediciones de turbiedad realizadas 30-31 de agosto y 1 de septiembre de 2011.

En el transcurso de esta medición se presentó un evento de lluvia que generó turbiedades entre las 50 y 500 UNT restableciéndose la calidad en un lapso de 3 horas. Los miembros de la ASADA y el fontanero mencionan que la fuente presenta buena calidad de agua, la mayor parte del tiempo en época de invierno genera altos picos de turbiedad, sin embargo su capacidad de restablecer su calidad es alta encontrándose alrededor de 3 horas, teniendo en cuenta que la cuenca está relativamente protegida ya que se encuentra en un lote municipal.

Con respecto a parámetros microbiológicos se realizaron tres muestreos el día 31 de Agosto, los cuales se presentan en la Tabla 3. Los soportes de estos se presentan en el ANEXO 3.

Tabla 3 Datos microbiológicos del sistema de potabilización de Santa Cecilia de Tarrazú

Hora de muestreo	Parámetro/Punto de muestreo	Coliformes fecales*100mL	E coli*100 mL	NMP E. Coli
08:30	Mezcla quebrada	3.6	3.6	3.6
10:00	Loro y Canet	Negativo	Negativo	
16:00			Negativo	
08:30	Tanque de almacenamiento	Negativo	Negativo	
10:00		3.6	3.6	3.6
16:00			Negativo	

En resumen la fuente abastecedora presenta una buena calidad de agua, en los dos periodos de muestreo presentaron turbiedades menores a 100 UNT en un 90%, encontrándose en el último muestreo en un 83% turbiedades menores a 5 UNT que es límite de detección del aparato utilizado. Del muestreo realizado en el año 2008 se encuentra que el 90% de las mediciones se reportaron unidades de color menores a las 55 UPC. En relación a los muestreos microbiológicos, indican baja contaminación de tipo fecal.

## 2.3 Características de operación de las unidades existentes

### 2.3.1 Filtración Lenta en Arena (FLA)

La planta cuenta con tres unidades de filtración las cuales se presentan a continuación.



Filtro 1 y 2



Filtro 3

En relación a aspectos operativos, ya que el sistema sólo tiene filtración lenta, con los niveles de turbiedad que eventualmente presentan, estos deben ser lavados con una alta frecuencia puesto que se obstruyen fácilmente cuando hay eventos de lluvia y se presentan picos de turbiedad, razón por la cual el filtro no tiene opción de madurar y generar el biofilm que contribuya en el mejoramiento de la calidad de agua en aspectos principalmente microbiológicos. Asociado a esto no se limpia sólo los primeros 2 cm, sino que son lavados secciones considerables de arena en la parte superior de los filtros.

Se realizaron mediciones de caudal los días 30-31 de agosto y 1 de septiembre en las 3 unidades de filtración, el caudal medio de entrada a cada unidad, el área de cada filtro y las velocidades de filtración encontradas se presentan en la Tabla 4. Las mediciones del caudal se realizaron con el método volumétrico, dado que no se cuenta con una estructura que permita realizar mediciones con reglas de aforo.

Tabla 4 Características de funcionamiento filtros lentos de arena

	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3
<b>Caudal Mínimo (L/s)</b>	3.1	3.3	3.1
<b>Caudal Máximo (L/s)</b>	6.0	6.3	6.3
<b>Caudal Medio (L/s)</b>	4.5	4.6	4.6
<b>Desviación estándar</b>	0.8	0.7	0.9
<b>Área de la unidad (m2)</b>	87.46	86.91	85.92
<b>Velocidad media de filtración (m/h)</b>	0.19	0.19	0.19

La velocidad de filtración de estas unidades se encuentra alta en relación a las velocidades recomendadas con la calidad de agua afluente. Cabe mencionar que cuando se hicieron las mediciones el sistema trataba un caudal de agua muy superior a los requerimientos de la población asociado a sus dotaciones, situación que ya se ha subsanado. En relación a la turbiedad de salida de estas unidades, dado que no se contaba con un equipo con un límite de detección bajo, no se pudieron medir las eficiencias del sistema. De igual forma no se pudo medir el pH, un parámetro importante dada la condición ácida que presenta la fuente, se anota que el fontanero expone de mediciones anteriores realizadas por el AyA, el agua incrementa el pH entre 0.5 y 1 unidad de pH después de pasar por el medio filtrante. Con respecto a la granulometría de los filtros la Figura 5 presenta la distribución de las partículas, encontrando un (d10) de 0.30 dentro del rango recomendado entre 0.14 y 0.30 (TOP) y un (d60) 0.60, calculando un coeficiente de uniformidad de 2, menor de 5 el cual es el recomendado

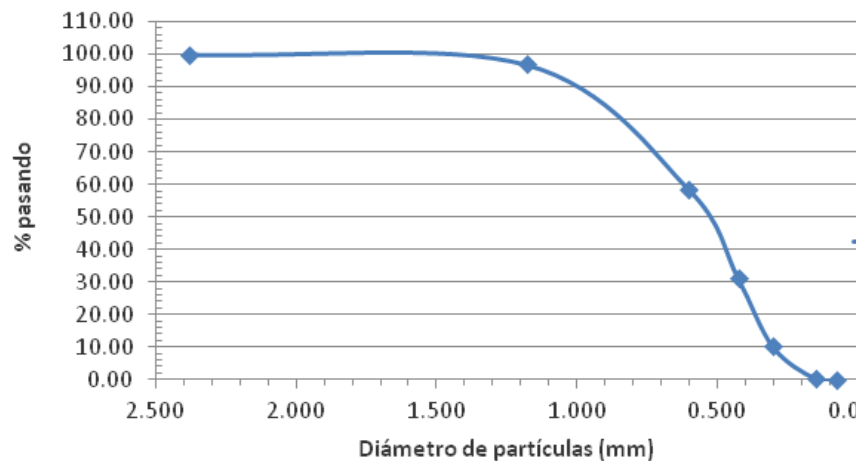


Figura 5 Granulometría filtros lentos

## 2.4 Selección de unidades de pretratamiento

El sistema de filtración lenta en arena tiene limitaciones de operación y de calidad de agua cuando elevados niveles de turbiedad en la fuente ocasionan el taponamiento prematuro de los filtros, haciéndose necesario un frecuente mantenimiento, situación que se ha presentado en otros países de América Latina.

Para reducir los problemas asociados con estas limitaciones, los investigadores iniciaron el desarrollo de sistemas de pre-tratamiento para mejorar la calidad del agua antes del proceso con FLA. La búsqueda de sistemas de bajo costo con una O&M sencilla condujo al desarrollo de la Filtración en Múltiples Etapas (FiME), una combinación de FLA y de filtros de grava. La Filtración en Múltiples Etapas (FiME) es una combinación de Filtración Gruesa en Grava (FG) y de Filtración Lenta en Arena (FLA). Esta combinación hace posible el tratamiento de agua con niveles de contaminación muy superiores a los que se pueden tratar utilizando sólo la FLA. La FiME conserva las ventajas de la FLA como una tecnología robusta y confiable, que puede ser mantenida por operadores con bajos niveles de escolaridad. Es mucho más sostenible que el tratamiento químico del agua para las comunidades rurales, pequeños y medianos municipios de los países en vía desarrollo (Sánchez et al. 2007). Experiencia de FiME a escala real en la región del Valle del Cauca en Colombia, mostraron que estos sistemas FiME fueron capaces de tratar calidades de agua con niveles promedio de turbiedad entre 3 y 24 UNT y cargas máximas entre 15 y 300 UNT. Los resultados obtenidos en la remoción del riesgo microbiológico por la tecnología FiME, muestran eficiencias globales entre 5.0 y 6.0 unidades log. Este hecho refleja el alto potencial de esta tecnología para tratar problemas de contaminación fecal en fuentes superficiales y por consiguiente, remover riesgo de transmisión de enfermedades de origen hídrico. El color también fue removido con éxito, reduciendo los niveles promedios de color entre 5 y 30 UPC (con valores máximos de hasta 200 UPC) hasta niveles promedios de 3 y 4 UPC con máximos de hasta 30 UPC (Galvis et al. 1999; Sánchez et al. 2007).

Es evidente que las capacidades de FiME se convierte en una solución viable y sostenible en esta comunidad según las características de la fuente, tecnología que contribuyen a superar las limitaciones de operación de las unidades de FLA y el mejoramiento de la calidad de agua, recomendándose la implementación de unidades de pretratamiento como filtros gruesos dinámicos y filtración gruesa ascendente en capas, como se presenta en la Figura 6. Teniendo en cuenta que el sistema no tiene con una cámara de contacto de cloro que garantice el tiempo mínimo de residencia del oxidante para que tenga el efecto desinfectante, se recomienda el uso de un tanque que garantice el tiempo mencionado.

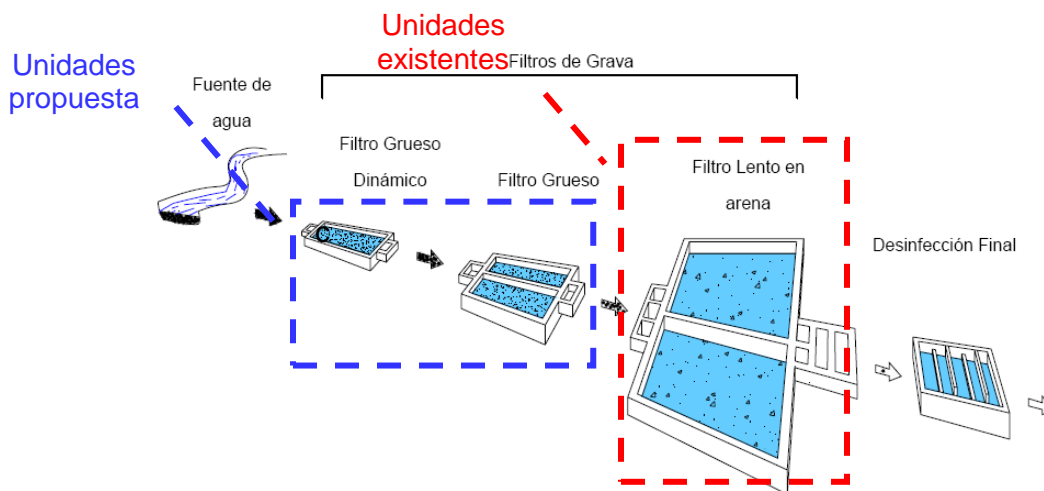


Figura 6 Unidades recomendadas para la planta de Santa Cecilia

Una de las principales de características de estas unidades es la velocidad de filtración de cada una, las cuales se seleccionan con base en la calidad del agua afluente. Del aparte 2.2 se mencionaron las siguientes características de agua cruda las cuales se convierten en los parámetros de selección.

- Turbiedad máxima 100 (UNT) (Se presenta en un 90% del tiempo turbiedades menores a esta)
- Color máximo 55 UPC (Se presenta en un 90% del tiempo unidades de color menores a esta)
- Coliformes fecales < 750, los datos puntuales registraron mediciones de 3,6 coliformes \* 100 mL.

Para la selección de las velocidades de filtración se tomará la Guía para la selección de alternativas de FiME para el cumplimiento de objetivos de tratamiento para la remoción de turbiedad, color, coliformes fecales y bacterias basado en experiencias en el Valle del Cauca, Colombia (Galvis 1999) presentada en la Tabla 5, la cual propone las siguientes velocidades

- Filtración dinámica, 2 m/h
- Filtración gruesa ascendente 0.6 m/h
- Filtración lenta en arena 0.15 m/h

Tabla 5 Guía para la selección de alternativas de FiME

Mean Max	Y <sub>4</sub> < 15,000 < 45,000	DyGF <sub>2.5</sub> UGFS(3) <sub>0.6</sub> SSF <sub>0.15</sub>	DyGF <sub>2.0</sub> UGFS(3) <sub>0.6</sub> SSF <sub>0.15</sub>	DyGF <sub>2.0</sub> UGFS(3) <sub>0.6</sub> SSF <sub>0.15</sub>	DyGF <sub>1.5</sub> UGFS(3) <sub>0.45</sub> SSF <sub>0.15</sub>	DyGF <sub>1.5</sub> UGFS(3) <sub>0.3</sub> SSF <sub>0.15</sub>
		DyGF <sub>2.5</sub> UGFS(2) <sub>0.6</sub> SSF <sub>0.15</sub>	DyGF <sub>2.0</sub> UGFS(2) <sub>0.6</sub> SSF <sub>0.15</sub>	DyGF <sub>2.0</sub> UGFS(3) <sub>0.6</sub> SSF <sub>0.15</sub>	DyGF <sub>1.5</sub> UGFS(3) <sub>0.45</sub> SSF <sub>0.15</sub>	DyGF <sub>1.5</sub> UGFS(3) <sub>0.3</sub> SSF <sub>0.15</sub>
		DyGF <sub>2.5</sub> UGFL <sub>0.6</sub> SSF <sub>0.15</sub>	DyGF <sub>2.0</sub> UGFL <sub>0.6</sub> SSF <sub>0.15</sub>	DyGF <sub>2.0</sub> UGFS(3) <sub>0.6</sub> SSF <sub>0.15</sub>	DyGF <sub>1.5</sub> UGFS(3) <sub>0.45</sub> SSF <sub>0.15</sub>	DyGF <sub>1.5</sub> UGFS(3) <sub>0.3</sub> SSF <sub>0.15</sub>
		DyGF <sub>2.5</sub> UGFL <sub>0.75</sub> SSF <sub>0.20</sub>	DyGF <sub>2.0</sub> UGFL <sub>0.6</sub> SSF <sub>0.15</sub>	DyGF <sub>2.0</sub> UGFS(3) <sub>0.6</sub> SSF <sub>0.15</sub>	DyGF <sub>1.5</sub> UGFS(3) <sub>0.45</sub> SSF <sub>0.15</sub>	DyGF <sub>1.5</sub> UGFS(3) <sub>0.3</sub> SSF <sub>0.15</sub>
Turbidity (NTU)	X Mean < P <sub>95%</sub> < Maximum <	5	10	16	20	25
		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
		15	30	50	60	70
Colour (PCU)	Z Mean < Maximum <	10	13	16	18	20
		Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>

Fuente: (Galvis 1999)

### 3 CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO DE UNIDADES DE PRETRATAMIENTO

Para la determinación del caudal de diseño se seleccionó a partir de la verificación de los cálculos obtenidos por dos opciones:

- Proyección del caudal de diseño con base en una población futura calculada con el método geométrico.
- Revisión de la capacidad actual de la planta con base en las velocidades de FLA recomendada

### 3.1.1 Proyección del caudal de diseño con base en la población

Población futura considerando el método geométrico

$$Pf = Po (1+i)^n$$

Pf: población futura

Po: población inicial

i: tasa de crecimiento poblacional

n: periodo de diseño

Po: considerando los 423 usuarios actuales \* 5 personas/casa = 2115 personas

i, calculada a partir de los 310 usuarios considerados en el año 1996 y los 423 usuarios actuales = 2.245%

n: 20 años, periodo sugerido por el AyA para el diseño de nuevas obras de infraestructura

$$Pf = 2115 (1+0.02245)^{20} = 3297.3$$

La demanda se estimó a partir de la demanda neta actual, 124 L/hab\*día, y el factor máximo diario sugerido por el AyA de 1.15 dado que no se cuentan con mediciones continuas en el sistema

Considerando un porcentaje de pérdidas de 30 % se encuentran los siguientes datos de caudal.

Qmedio	4.73	L/s
Q Máximo diario	7.10	L/s
Q Agua no contabilizada	3.04	L/s

Q diseño	10	L/s
----------	----	-----

### 3.1.2 Proyección del caudal de diseño considerando la capacidad actual con base en las velocidades de FLA

Actualmente la planta tiene en los filtros lentos un área total disponible de 260 m<sup>2</sup>, si se considera la velocidad de filtración sugerida de filtración de 0.15 m/h utilizando las unidades de pretratamiento, estos filtros tendrían capacidad de tratar, 10.84 L/s, es decir los filtros tienen capacidad de tratar el volumen de agua requerido con un horizonte de proyecto de 20 años.

En resumen el **CAUDAL DE DISEÑO** es de **10 L/s**

## 4 DISEÑO DE UNIDADES COMPLEMENTARIAS

### 4.1 Filtro grueso dinámico

Se proponen 2 unidades de filtración, cada unidad de tratará un caudal de 5 L/s, sus dimensiones son ancho 1 m x largo 6 m. A continuación se describen los cálculos y criterios tenidos en cuenta para el dimensionamiento.

#### Dimensionamiento

Velocidad de filtración	3	m/h	
	0.0008	m/s	
Área total requerida	12	m <sup>2</sup>	
Velocidad superficial durante lavado	0.2	m/s	Recomendado (0.15-0.3)
Número de unidades	2	unidad	
Área x unidad	6.0	m <sup>2</sup>	Recomendado Área x unidad <10
Caudal por unidad	0.005	m <sup>3</sup> /s	
h lámina de agua	0.025	m	
Ancho	1.0	m	
Largo	6.0	m	
Altura del filtro	0.6	m	

#### Múltiple recolector (Considera condición de lavado, tubería como de recolección)

Velocidad de lavado	15	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /hr	Recomendado 15-20
Caudal de lavado	25	L/s	
	0.025	m <sup>3</sup> /s	
R2 = Razón entre Área total de laterales y área total del principal	0.95	Recomendado (0.2-0.6)	$R_2 = \frac{n_L * d_L^2}{D_P^2} = 1.0$
nL = Número de laterales	4.06	unidades	
DL = diámetro del lateral	79.38	mm	
Dp = Diámetro de conducto principal	164.16	mm	

Longitud conducto principal	3.5	m	
Longitud cada lateral	0.318	m	
Longitud total laterales	1.3	m	
Número de laterales adoptados	4	unidades	
Distancia entre laterales	1.50	m	Recomendado (0.5-1)

**Número y diámetro de orificios  
(Considera condición de lavado, tubería como de recolección)**

R1 = Razón entre Área total de orificios y área total de laterales	0.4	(0.25-0.5)	$R_1 = \frac{no * do^2}{D_L^2} = (0.44 - 0.6)$
no = Número de orificios	15.6		
Do = diámetro del orificio	12.7	mm	(6-19 mm)
DL = Diámetro de lateral	79.38	mm	
Número de filas	2		
Número de orificios por fila	8		
Distancia entre laterales	1.50	m	Recomendado (0.08-0.3)

	Condición de lavado	Condición de operación	
Caudal por orificio	4.0E-04	7.999E-05	m3/s
Área orificio	1.3E-04	0.0001267	m2
Velocidad orificio	3.16	0.63	m/s
			Recomendado de 4-5. Se mantiene en 3.16 para favorecer condiciones hidráulicas

Caudal tubo principal	0.025	0.0050	m <sup>3</sup> /s
Velocidad tubo principal	1.18	0.24	m/s
Velocidad tubo lateral	1.15	0.23	m/s
Velocidad del lecho filtrante	0.0042	0.0008	m/s

### Cálculo de pérdidas

	Condición de lavado	Condición de operación	
H = Pérdidas Totales = ho + hp + hl + hlp + hg + ha	1.29	0.07	m
Donde:			
hlp = Pérdidas por paso del lateral al principal	0.10	0.00	m
ho = Pérdidas por descarga del orificio en el lateral (m)	0.63	0.03	m
hp = Pérdidas en el conducto principal (m)	0.0089	0.00	m
hl = Pérdidas en el conducto Lateral (m)	0.0016	0.00	m
hg = Pérdidas en el medio filtrante (m)	0.082	0.02	m
ha = Pérdidas por accesorios (m)	0.46	0.02	m

$$h_o = 1.5x \frac{V_o^2}{2g}$$

$$h_p = \frac{1}{3} \times \frac{0.0175 \times L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

$$h_g = \frac{0.0608 * v * L_o}{100 * d_o^2}$$

$$h_f = K \frac{V^2}{2g}$$

## 4.2 Filtro grueso ascendente en capas

Se proponen 4 unidades de filtración, cada unidad de tratará un caudal de 2,5 L/s, sus dimensiones son ancho 3 m x largo 5 m. A continuación se describen los cálculos y criterios tenidos en cuenta para el dimensionamiento.

### Dimensionamiento

Velocidad de filtración	0.6	m/h	
	0.0002	m/s	
Área total requerida	60	m <sup>2</sup>	
Velocidad superficial durante lavado	0.3	m/s	Recomendado (0.15-0.3)
Número de unidades	4	unidad	
Área x unidad	15.0	m <sup>2</sup>	Recomendado Área x unidad 15-25
Caudal por unidad	0.00250	m <sup>3</sup> /s	
Constante	0.6	m	
Ancho	3.00	m	
Largo	5.00	m	
Altura del filtro	0.6	m	

### Múltiple recolector (Considera condición de lavado, tubería como de recolección)

Velocidad de lavado	15	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /hr	Recomendado 15-20
Caudal de lavado	63	L/s	
	0.063	m <sup>3</sup> /s	
R2 = Razón entre Área total de laterales y área total del principal	0.60	Recomendado (0.2-0.6)	$R_2 = \frac{n_L * d_L^2}{D_P^2} = 1.0$
nL = Número de laterales	1.31	unidades	
DL = diámetro del lateral	111.00	mm	
Dp = Diámetro de conducto principal	164.16	mm	

Longitud conducto principal	4.80	m
Longitud cada lateral	1.318	m
Longitud total laterales	5.3	m
Número de laterales adoptados	4	unidades
Distanciados	1.25	m

**Número y diámetro de orificios  
(Considera condición de lavado, tubería como de recolección)**

R1 = Razón entre Área total de orificios y área total de laterales	0.4	Recomendado (0.25-0.5)	$R_1 = \frac{no * do^2}{D_L^2} = (0.44 - 0.6)$
no = Número de orificios	30.6		
Do = diámetro del orificio	12.7	mm	(6-19 mm)
DL = Diámetro de lateral	111	mm	
Número de filas	2		
Número de orificios por fila	16.0		
Distanciados	0.29	Recomendado (0.08-0.3)	
	<b>Condición de lavado</b>	<b>Condición de operación</b>	
Caudal por orificio	5.1E-04	2.045E-05	m3/s
Área orificio	1.3E-04	0.0001267	m2
Velocidad orificio	4.04	0.16	m/s Recomendado de 4-5
Caudal tubo principal	0.063	0.0025	m3/s
Velocidad tubo principal	2.95	0.12	m/s
Velocidad tubo lateral	1.47	0.06	m/s
Velocidad del lecho filtrante	0.0042	0.0002	m/s

### Cálculo de pérdidas

	Condición de lavado	Condición de operación	
H = Pérdidas Totales = ho + hp + hl + hlp + hg + ha	2.06	0.01	m; Para mejorar condiciones hidráulicas se adopta una cámara de lavado de 2.8 como se recomienda en la literatura

Donde:

hlp = Pérdidas por paso del lateral al principal	0.17	0.00	m	$h_o = 1.5x \frac{V_o^2}{2g}$
ho = Pérdidas por descarga del orificio en el lateral (m)	1.03	0.00	m	
hp = Pérdidas en el conducto principal (m)	0.02	0.00	m	$h_p = \frac{1}{3} \times \frac{0.0175 \times L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$
hl = Pérdidas en el conducto Lateral (m)	0.03	0.00	m	
hg = Pérdidas en el medio filtrante (m)	0.11	0.00	m	$h_g = \frac{0.0608 * v * L_o}{100 * d_o^2}$
ha = Pérdidas por accesorios (m)	0.71	0.00	m	$h_f = K \frac{V^2}{2g}$

### 4.3 Cámara de contacto de cloro

La cámara de contacto tiene por objeto promover el tiempo de contacto necesario para permitir la acción bactericida del cloro con un máximo de eficiencia. Es importante que la mezcla completa se dé en la entrada de la cámara. Esta estructura también contribuye en la reducción de zonas muertas o cortos circuitos.

Es importante resaltar que el tanque de almacenamiento no se puede utilizar como tanque de contacto porque su nivel está variando constantemente y por tanto no siempre retiene el flujo durante todo el tiempo requerido para una buena desinfección.

Para su dimensionamiento se tienen las consideraciones de un floculador con una distribución como la que se presenta en la Figura 7 y los cálculos que se muestran a continuación.

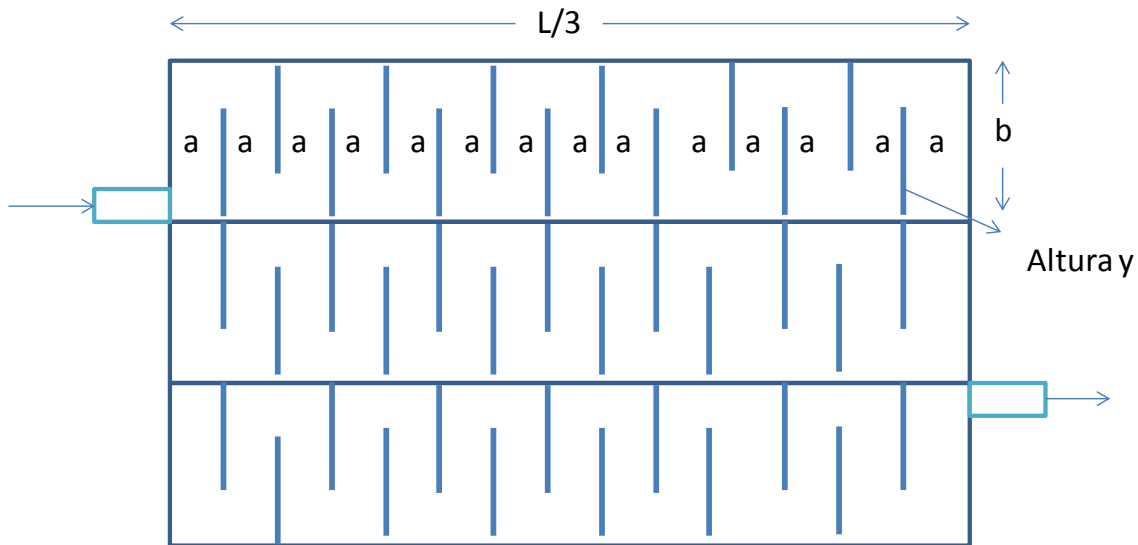


Figura 7 Esquema de cámara de contacto de cloro

Se asume una altura del tabique divisorio ( $y$ ), esta se recomienda de 50 cm y como máximo si se requiere optimizar área 70 cm, para que se dé la mezcla completa vertical.

Se propone una velocidad del flujo. El área de la sección transversal por la que atraviesa el flujo se calcula de la expresión de continuidad.

$$A = Q/V$$

Con el área y la altura del tabique se estima el ancho ( $a$ ) de la sección por donde atraviesa el agua.

$A = a \cdot y$ , este se itera hasta encontrar un  $a$ , que sea constructivo y que no dificulte las tareas de operación y mantenimiento.

La longitud de recorrido ( $L_d$ ) se calcula a partir de la velocidad y el tiempo mínimo de contacto el cual se recomienda de 30 minutos, este tiempo es el requerido para que el desinfectante presente su acción bactericida.

$$L_d = \text{Velocidad} \cdot \text{tiempo}$$

Con la longitud de recorrido y el ancho de la sección por donde circula el agua, se determina el área superficial ( $A_s$ )

$$A_s = a \cdot L_d$$

El volumen es igual al área superficial ( $A_s$ ) por la altura de los tabiques divisorios ( $y$ ).

$$\text{Volumen cámara de contacto} = A_s \cdot y$$

$$\text{Volumen de la cámara de contacto} = a \cdot L_d \cdot y$$

Para determinar la longitud del tanque (L) se calcula a partir del área superficial y de una propuesta de ancho del tanque (b)

$$As = b \cdot L$$

Para el caso de Santa Cecilia, la Tabla 6 presenta los cálculos resultantes de la aplicación de las expresiones.

Por aspectos constructivos y de gradiente hidráulico se seleccionó la separación de tabiques de 30 cm, con un ancho de 1.2 y una longitud de 21.51, la cual fue seccionada en 3 compartimentos para ajustarse constructivamente a las características del lote a ubicar el tanque.

Tabla 6 Cálculo de tanque de cloración Santa Cecilia

Relación (L/b)	18	
Altura de agua (y)	0.7	m
Caudal de diseño	10	Lps
Tiempo de contacto	30	min

Velocidad de flujo (m/s)	Separación de tabiques "a" (cm)	Distancia recorrido total (m)	Área superficial (m <sup>2</sup> )	Ancho de la unidad (b)	Largo de la unidad (L)	# de Tabiques	Gradiente hidráulico	Δh (cm)
0.01	142.86	18	25.71	1.20	21.51	15.06	0.13%	2.32
0.02	71.43	36	25.71	1.20	21.51	30.12	0.18%	6.58
0.0275	51.95	49.5	25.71	1.20	21.51	41.41	0.21%	10.63
0.05	30.00	85.7	25.71	1.20	21.51	71.72	0.28%	24.39
0.04	33.22	77.4	25.71	1.20	21.51	64.76	0.27%	20.90
0.06	23.81	108	25.71	1.20	21.51	90.36	0.32%	34.62
0.07	20.41	126	25.71	1.20	21.51	105.42	0.35%	43.77
0.08	17.86	144	25.71	1.20	21.51	120.48	0.37%	53.63
0.09	15.87	162	25.71	1.20	21.51	135.54	0.40%	64.19
0.10	14.29	180	25.71	1.20	21.51	150.60	0.42%	75.41
0.11	12.99	198	25.71	1.20	21.51	165.66	0.44%	87.25
0.12	11.90	216	25.71	1.20	21.51	180.72	0.46%	99.71
0.13	10.99	234	25.71	1.20	21.51	195.78	0.48%	112.76
0.14	10.20	252	25.71	1.20	21.51	210.84	0.50%	126.38

## 5 RECOMENDACIONES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA

### 5.1 Filtros lentos

#### 5.1.1 Instalación de cuello de ganso

Para optimizar el tiempo y mecanismo de drenaje del filtro lento cuando se requiere el raspado o lavado de la arena, se recomienda la instalación de un cuello de ganso. Este es un dispositivo móvil con desplazamiento vertical desarrollado por Cinara, presentado en la Figura 8 y 9, empotrado en una de las paredes verticales del FLA, permite realizar las siguientes operaciones:

- Funcionar como rebose cuando el FLA ha desarrollado su pérdida de carga máxima
- Drenar el agua sobrenadante en corto tiempo, cuando el FLA requiere mantenimiento.
- Eliminar material flotante de la superficie del FLA.

Una especificación detallada de la construcción de este dispositivo que puede realizarse en tubería PVC, se presenta en la Figura 10.

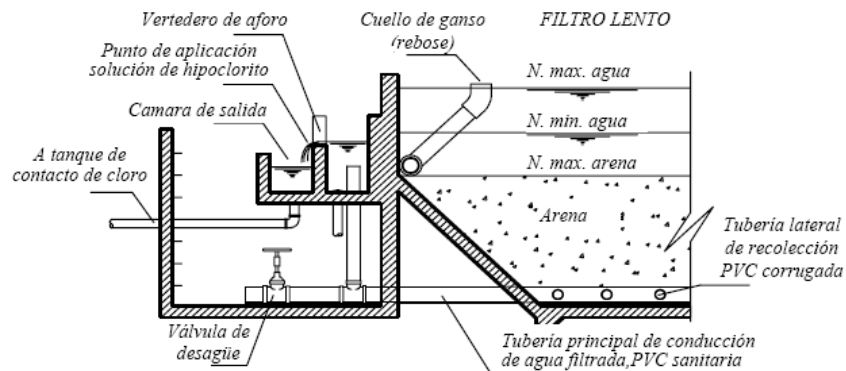


Figura 8 Estructura de salida de un FLA.



Figura 9 Operación del "Cuello de Ganso"

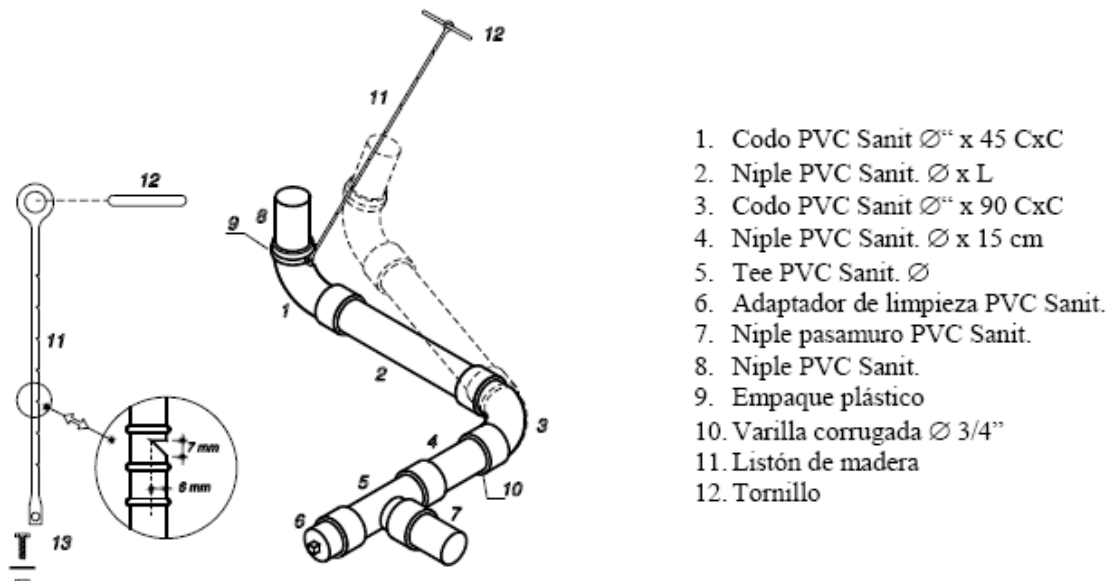


Figura 10 Esquema constructivo del cuello de ganso

### 5.1.2 Instalación de válvula de drenaje

Para el drenaje del filtro en la cámara de salida se tiene como dispositivo de apertura un tapón, se recomienda el cambio por una válvula que facilite su mantenimiento, a través de la apertura y cierre rápido, pues el tapón es un mecanismo que en ocasiones se atora haciendo más compleja la tarea del operador.

### 5.1.3 Comunicación de los filtros lentos 1 y 2

La planta tiene tres unidades de filtración, cada unidad funciona de manera independiente. Después del lavado de arena el filtro es llenado de forma ascendente con agua cruda, la cual puede contaminar el lecho filtrante. Para evitar esta situación se recomienda la interconexión de los filtros lentos 1 y 2 los cuales se encuentran en la misma terraza, de tal forma que el llenado de una unidad de filtración se haga con agua filtrada de la otra unidad y evitar la contaminación del lecho filtrante.

## 5.2 Caseta de almacenamiento de arenas

La arena después de un raspado se debe lavar, secar y disponerse en un lugar cerrado, seco y aireado, para que esta arena seleccionada que ha sido lavada no se contamine nuevamente y se pueda utilizar posteriormente en el re-arenamiento del filtro. En la PTAP de Santa Cecilia el espacio para la disposición de la arena es un lugar descubierto en el cual se recomienda la construcción de muros y la instalación de una cubierta.

Por otro lado este espacio tiene un nivel por debajo del nivel del terreno el cual dificulta su acceso y las tareas de operación y mantenimiento relacionadas con el manejo de la arena. Para superar esta limitación, se recomienda el relleno y nivelación del sitio y construir un acceso para el acarreo de esta arena con puerta y ventana en la parte

superior cubierta con malla que promueva la ventilación pero que no permita el acceso de ningún animal.

### 5.3 Control de la calidad de agua

Para el control de la calidad de agua se debe realizar seguimiento a parámetros como caudales de entrada y de salida de las unidades de pre-filtración y filtración, turbiedad y pH. Para la calidad del agua de abastecimiento de esta planta el pH es un parámetro importante pues esta presenta características demasiado ácidas, con pH alrededor de los 4.5. Evaluar diversos mecanismos para la neutralización de este pH, tal como la filtración con medios calcáreos y de no encontrarse resultados factibles por este mecanismo la adición de sustancias de características básicas.

### 5.4 Control de los volúmenes de agua

Se debe realizar un balance de masa del agua en la planta y la red que permita identificar los flujos del agua, las demandas y las pérdidas para tener un buen funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua, para posteriormente disminuir los niveles de pérdidas de ser necesario.

Es importante que se opere la planta a las condiciones de demanda necesarias y no introducir mayores volúmenes de agua a los sistemas de filtración que los necesarios. Esta vigilancia se puede hacer a través del control de los niveles en el tanque de almacenamiento, verificando que este no se encuentre continuamente rebosado y que cumpla efectivamente su función de amortiguación a través de la relación entre la oferta y la demanda. Controlar la masa de agua y por ende de contaminantes contribuye en la disminución de tareas de limpieza de los filtros ya que incorpora menor cantidad de sólidos e incrementa su vida útil o carrera de filtración. También contribuye en la disminución de la adición de químico a una cantidad de agua innecesaria y por ende la disminución de los costos.

## 6 RECOMENDACIONES A LOS DISEÑOS COMPLEMENTARIOS

El presente estudio contempló el diseño hidráulico del sistema de filtración dinámica, filtración gruesa y cámara de contacto de cloro. Como estudios complementarios a este se encuentran los diseños arquitectónicos (relacionados con áreas de circulación, aceras de conexión entre las unidades), drenajes de aguas lluvias y diseño estructural.

Para estos estudios complementarios a continuación se relacionan una serie de recomendaciones a tener en cuenta por el AyA o el consultor que se designe.

- i. Indicar los rellenos y la conformación de taludes en las estructuras, lo cual contribuye al cálculo de movimientos de tierra.
- ii. Canales de recolección y manejo de aguas pluviales en los alrededores de las estructuras para evitar su socavación.

- iii. En los andenes y canales de aguas lluvias indicar los rellenos y grados de compactación.
- iv. La estructura del FGD<sub>i</sub> y del FGA no debe quedar sobre rellenos, en los planos se debe indicar el suelo a remover y la forma como se debe cimentar la estructura.
- v. En el corte A-A del FGA mostrar cómo queda la posición de la cerca en relación al talud, la acera y canal de agua lluvia; revisar la afectación del terreno contiguo al conformar ese talud. De suceder esto es mejor levantar la estructura, cimentada sobre zapatas o columnas, no rellenos.
- vi. La estructura de entrada a FGD<sub>i</sub>, la cual tiene sus niveles por encima de los niveles de terreno, se deberán cimentar por con zapatas y columnas, no sobre rellenos.
- vii. El actual tanque donde se encuentra la dosificación de cloro deberá demolerse para la construcción del tanque de contacto de cloro. Los niveles deben ajustarse a las condiciones del sitio del cual no se disponía de topografía, respetando las áreas y alturas internas del tanque proyectado. Indicar en este topografía, manejo de taludes y acera perimetral.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- Galvis, G. (1999). "Development and Evaluation of Multistage Filtration Plants. An innovative, robust and efficient water treatment technology.," University of Surrey, United Kingdom, Guildford, Surrey.
- Galvis, G., Latorre, J., y Visscher, J. T. (1999). *Filtración en Múltiples Etapas. Tecnología Innovativa para el Tratamiento de Agua*, CINARA-Instituto de Investigación en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico, IRC-International Water and Sanitation Center, Cali, Colombia.
- Sánchez, L. D., Sánchez, A., Galvis, G., y Latorre, J. (2007). "Filtración en Múltiples Etapas. Documento de Revisión Técnica 15." IRC Centro Internacional En Agua y Saneamiento, Delft Holanda.

ANEXO 1.  
Criterios de diseño planta Santa Cecilia de Tarrazú,  
año 1998

## ANEXO 2.

### Datos físicos de calidad año 2008

## ANEXO 3. Datos microbiológicos



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: <b>SANTA CECILIA DE SAN MARCOS DE TARRAZÚ</b>		Solicitado por: <b>DIVISION DE ACUEDUCTOS...</b>		Recolección: <b>31/08/2011</b>	
Canton: <b>Tarrazú</b>		Recolectado por: <b>FILIBERTO MORA</b>		Conclusión análisis: <b>05/09/2011</b>	
Provincia: <b>SAN JOSÉ</b>	Localización: <b>1-05-01</b>	Número reporte: <b>97287</b>		Emisión reporte: <b>21/09/2011</b>	
PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES FECALES*100mL <sup>-1</sup>	E.coli*100mL <sup>-1</sup> a 44.5°	NMP E. coli 44.5° C
MEZCLA QUEBRADAS LORO Y CANET Tubo de entrada	10:00		Negativo	Negativo	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO Tubo de salida	10:15		3.6	3.6	3.6

1- Orden: 04786-11.  
2- Reporte de campo: a) muestreo tomado en la Planta de Tratamiento con tiempo soleado; b) abastece el acueducto de Santa Cecilia de La Cruz ; c) se aplica cloro, debido a que no tenemos equipo para medir el residual de cloro no se realizó la determinación.

PROFESIONAL RESPONSABLE *Alfonso Pineda* LOGIA



**Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados**  
**Laboratorio Nacional de Aguas**

**Análisis Microbiológico**

Sistema: <b>SANTA CECILIA DE SAN MARCOS DE TARRAZÚ</b>		Solicitado por: <b>DIVISION DE ACUEDUCTOS...</b>		Recolección: <b>31/08/2011</b>		
Canton: <b>Tarrazú</b>		Recolectado por: <b>FILIBERTO MORA</b>		Conclusión análisis: <b>05/09/2011</b>		
Provincia: <b>SAN JOSÉ</b>	Localización: <b>1-05-01</b>	Número reporte: <b>97300</b>		Emisión reporte: <b>21/09/2011</b>		
PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL <sup>-1</sup>			
			TOTALES	FECALES		
MEZCLA QUEBRADAS LORO Y CANET Tubo de entrada	16:00			Negativo		
TANQUE DE ALMACENAMIENTO Tubo de salida	16:10			Negativo		

1- Orden: 04803-11.  
2- Reporte de campo: a) muestreo tomado en la Planta de Tratamiento con tiempo soleado; b) abastece el acueducto de Santa Cecilia de La Cruz ; c) se aplica cloro, debido a que no tenemos equipo para medir el residual de cloro no se realizó la determinación.

PROFESIONAL RESPONSABLE \_\_\_\_\_ *Adriana Pineda* \_\_\_\_\_ OLOGIA \_\_\_\_\_



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: <b>SANTA CECILIA DE SAN MARCOS DE TARRAZÚ</b>		Solicitado por: <b>DIVISION DE ACUEDUCTOS...</b>	Recolección: <b>31/08/2011</b>
Canton: <b>Tarrazú</b>		Recolectado por: <b>FILIBERTO MORA</b>	Conclusión análisis: <b>05/09/2011</b>
Provincia: <b>SAN JOSÉ</b>	Localización: <b>1-05-01</b>	Número reporte: <b>97301</b>	Emisión reporte: <b>21/09/2011</b>

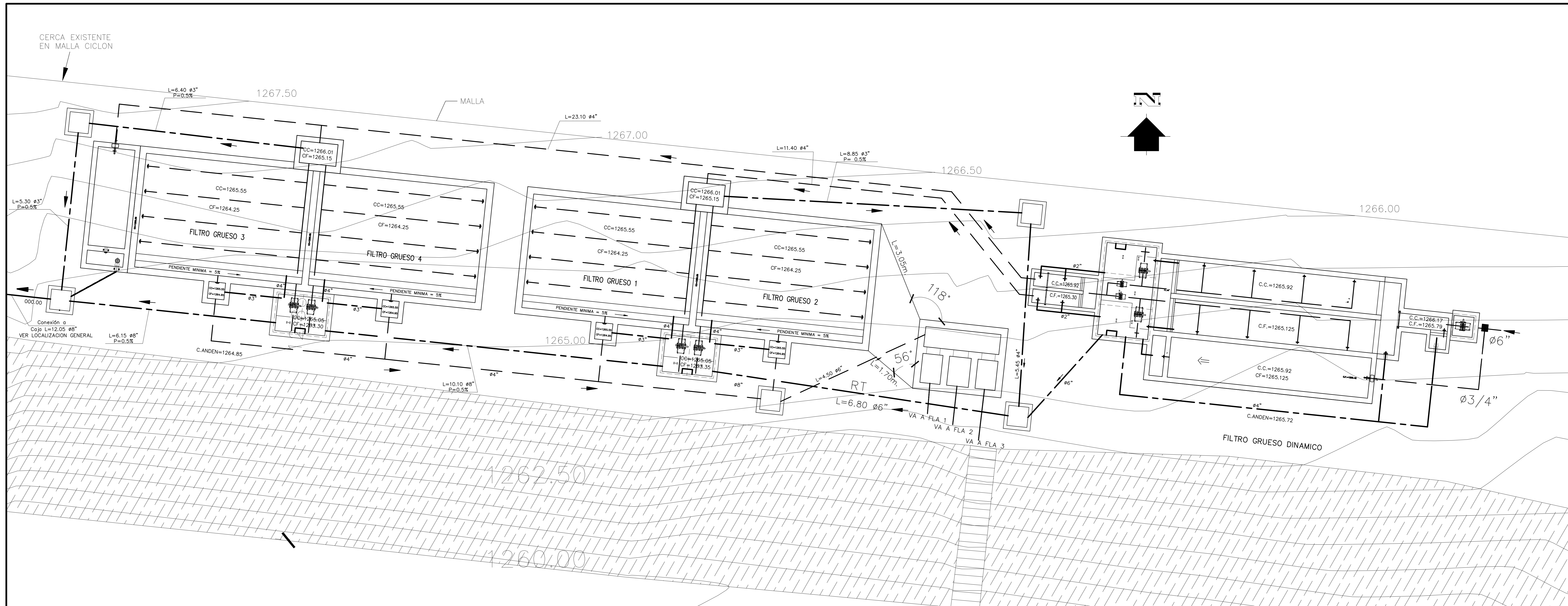
PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES FECALES*100mL <sup>-1</sup>	E.coli*100mL <sup>-1</sup> a 44.5°	NMP E. coli 44.5° C
MEZCLA QUEBRADAS LORO Y CANET Tubo de entrada	8:20		3.6	3.6	3.6
TANQUE DE ALMACENAMIENTO Tubo de salida	8:25		Negativo	Negativo	

1-Orden: 04804-11.  
2- Reporte de campo: a) muestreo tomado en la Planta de Tratamiento con tiempo soleado; b) abastece el acueducto de Santa Cecilia de La Cruz ; c) se aplica cloro, debido a que no tenemos equipo para medir el residual de cloro no se realizó la determinación; d) este muestreo es complemento del realizado el día anterior en estas mismos puntos botellas 99 y 100.

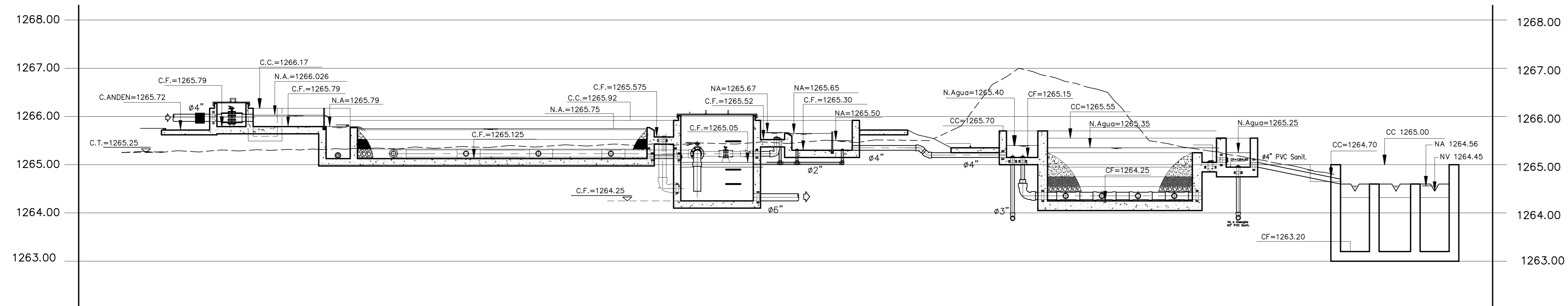
PROFESIONAL RESPONSABLE

*Alfonso Pineda*

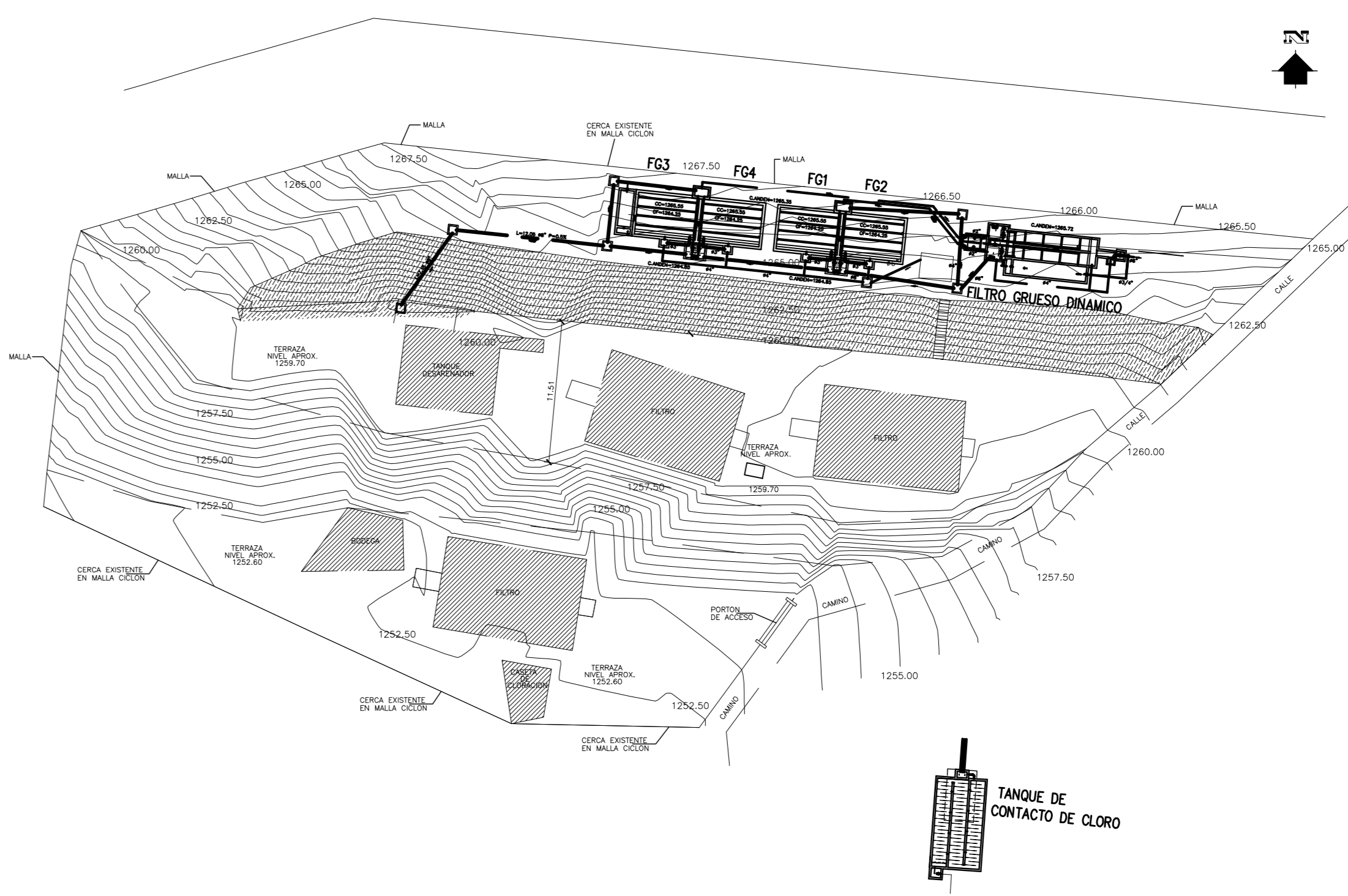
LOGIA



**PLANTA GENERAL DEL SISTEMA**  
ESCALA 1:50



**PERFIL HIDRAULICA DEL SISTEMA**  
ESCALA 1:50



**LOCALIZACION GENERAL**  
ESCALA 1:400

APROBACION COMISION REVISORA DE PERMISOS DE CONSTRUCCION

PROYECTO:  
UNIDADES DE PREFILTRACION Y CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO  
PTAP SANTA CECILIA DE TARRAZÚ

PROPIETARIO:  
**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**

PROVINCIA: 01 CANTON: 04 DISTRITO: 01  
XX XXX XXXX

**REPUBLICA DE COSTA RICA**  
INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
SUBDIRECCION GESTION SISTEMAS COMUNALES  
UNEN DE ADMINISTRACION DE PROYECTOS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS BASICOS Y DISEÑOS

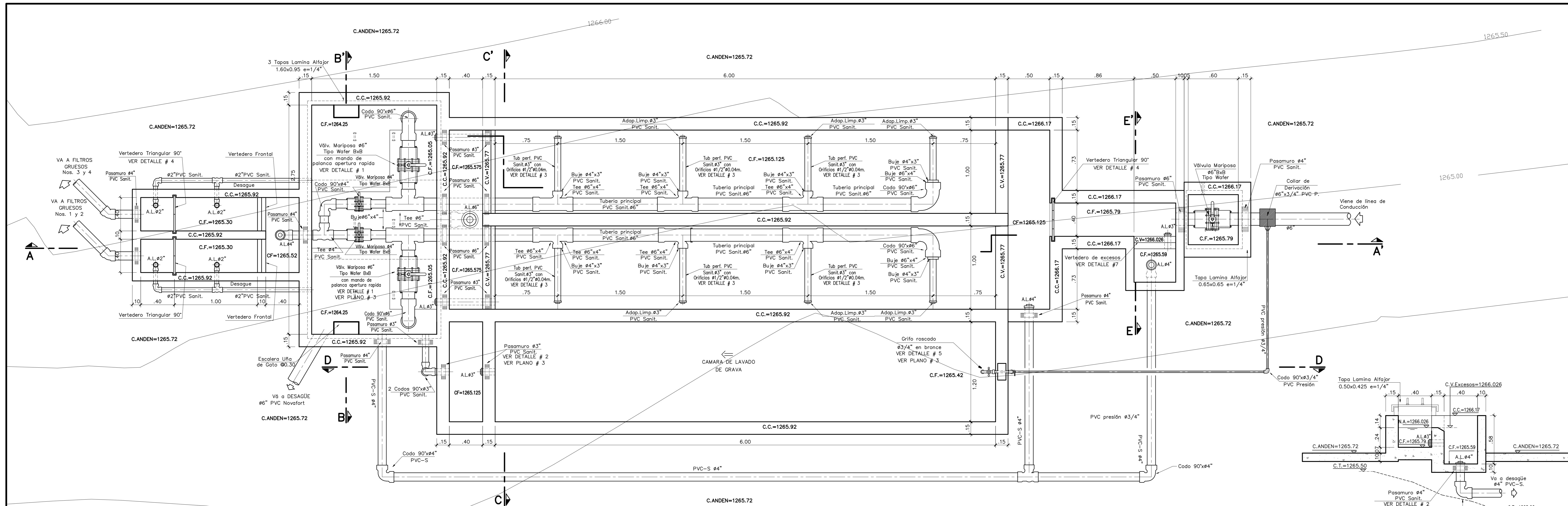
DIBUJO: Alexander Diaz  
PROFESIONAL RESPONSABLE:  
NOMBRE: Ing. DIANA A. ZAMBRANO  
FIRMA: \_\_\_\_\_ N° REG: IC-XXXXXX  
NOMBRE: \_\_\_\_\_ N° REG: \_\_\_\_\_  
NOMBRE: \_\_\_\_\_ N° REG: \_\_\_\_\_  
NOMBRE: \_\_\_\_\_ N° REG: \_\_\_\_\_  
PROFESIONAL RESPONSABLE DIRECCION TECNICA:  
NOMBRE: \_\_\_\_\_ N° REG: \_\_\_\_\_  
PROFESIONAL RESPONSABLE INSPECCION POR AYA:  
NOMBRE: \_\_\_\_\_ N° REG: \_\_\_\_\_  
NOMBRE: \_\_\_\_\_ N° REG: \_\_\_\_\_

INFORMACION REGISTRO PUBLICO:  
PROPIETARIO: \_\_\_\_\_  
N° CATASTRO: \_\_\_\_\_  
SITA: \_\_\_\_\_

CONTENIDO  
**PLANTA GENERAL DEL SISTEMA Y PERFIL HIDRAULICO**

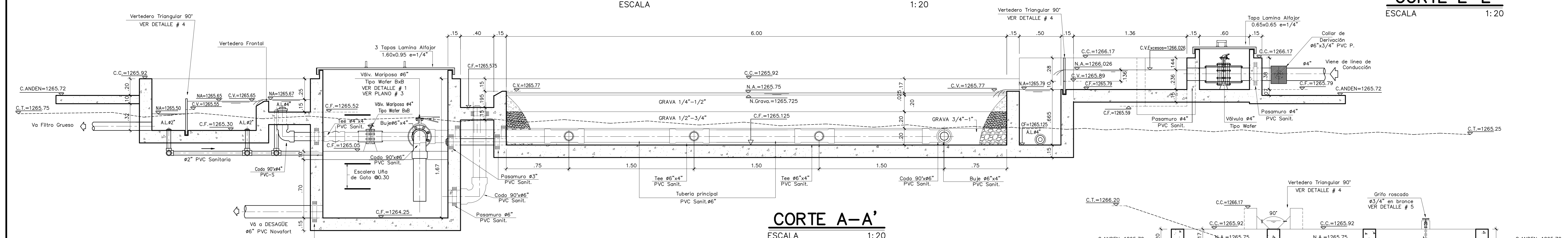
ESTUDIOS BASICOS

ESCALA: 1 : 50	FECHA: NOVIEMBRE 2011	LAMINA: 1
-------------------	--------------------------	--------------



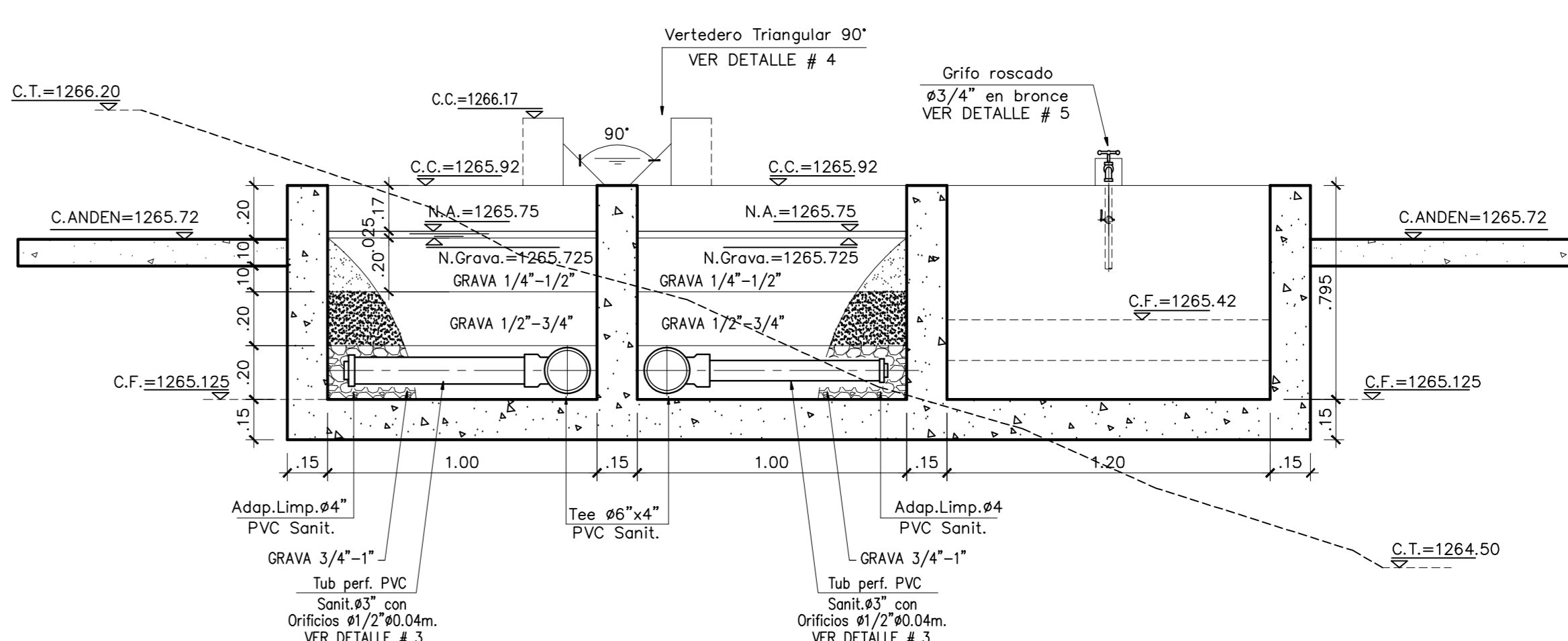
**PLANTA FILTRO GRUESO DINAMICO**  
ESCALA 1:20

**CORTE E-E'**  
ESCALA 1:20

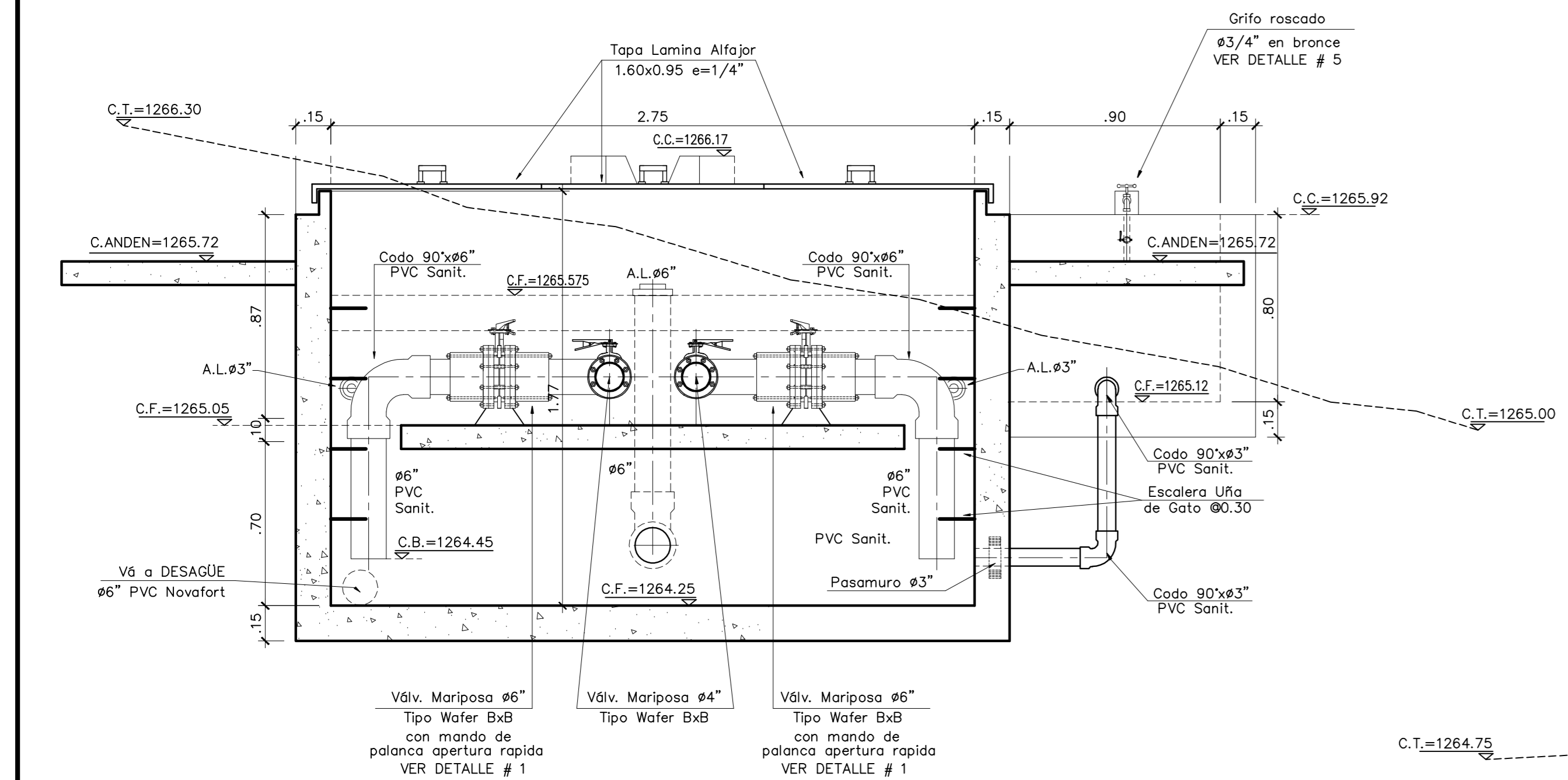


**CORTE A-A'**  
ESCALA 1:20

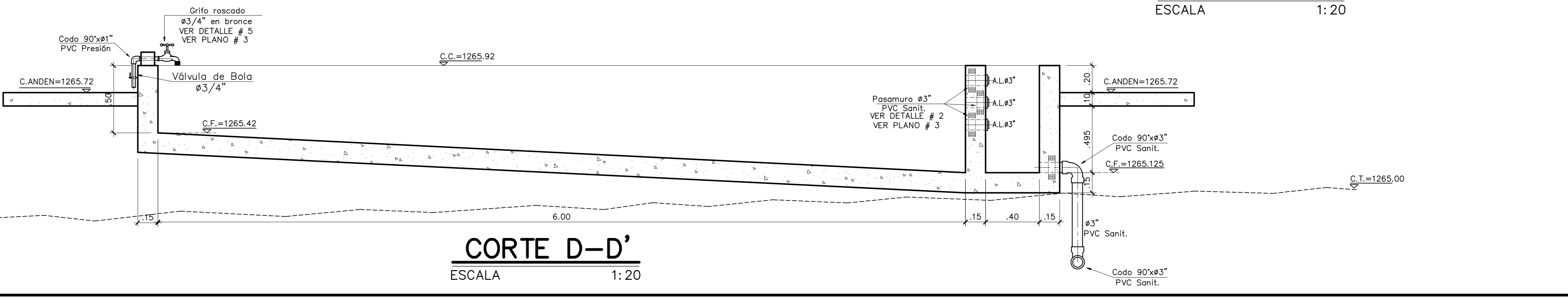
**NOTA:**  
- EL ACABADO INTERIOR DE LAS ESTRUCTURAS DEBE SER RUGOSO MEDIANTE PRINGUE IMPERMEABILIZADO HASTA EL NIVEL MAXIMO DEL MATERIAL FILTRANTE.  
- PARA ESPESORES DE MUROS Y LOSAS DEFINITIVOS, REFERIRSE A LOS PLANOS ESTRUCTURALES.



**CORTE C-C'**  
ESCALA 1:20



**CORTE B-B'**  
ESCALA 1:20



**CORTE D-D'**  
ESCALA 1:20

APROBACION COMISION REVISORA DE PERMISOS DE CONSTRUCCION

PROYECTO: UNIDADES DE PREFILTRACION Y CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO DE SANTA CECILIA DE TARRAZO

PROPIETARIO: INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

PROVINCIA: 01 CANTON: 04 DISTRITO: 01

**REPUBLICA DE COSTA RICA**  
INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
SUBDIRECCION GESTION SISTEMAS COMUNALES  
UNIDAD DE ADMINISTRACION DE PROYECTOS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS BASICOS Y DISEÑOS

DIBUJO: Alexander Diaz

PROFESIONAL RESPONSABLE: Ing. DIANA A. ZAMBRANO

FIRMA: \_\_\_\_\_ N° REG: IC-XXXXX

NOMBRE: \_\_\_\_\_ N° REG: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_ N° REG: \_\_\_\_\_

PROFESIONAL RESPONSABLE DIRECCION TECNICA: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_ N° REG: \_\_\_\_\_

PROFESIONAL RESPONSABLE INSPECCION POR AYA: \_\_\_\_\_

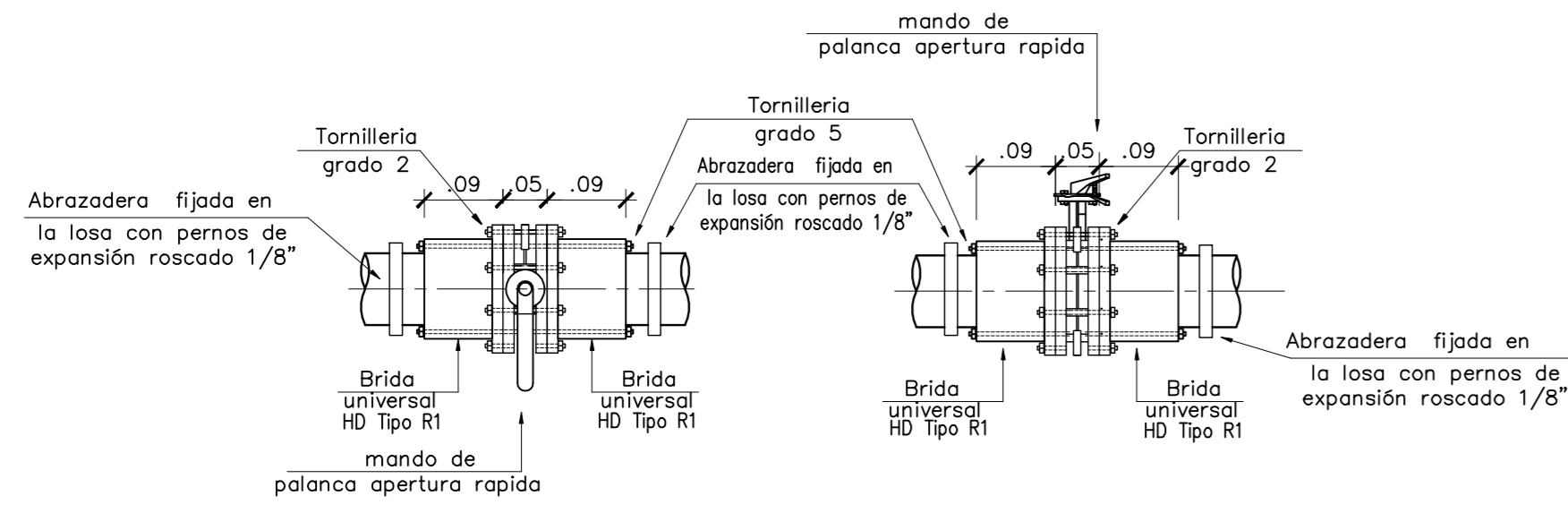
FIRMA: \_\_\_\_\_ N° REG: \_\_\_\_\_

INFORMACION REGISTRO PUBLICO:  
PROPIETARIO: \_\_\_\_\_  
N° CATASTRO: \_\_\_\_\_  
SITA: \_\_\_\_\_

CONTENIDO: FILTRO GRUESO DINAMICO PLANTAS Y CORTES

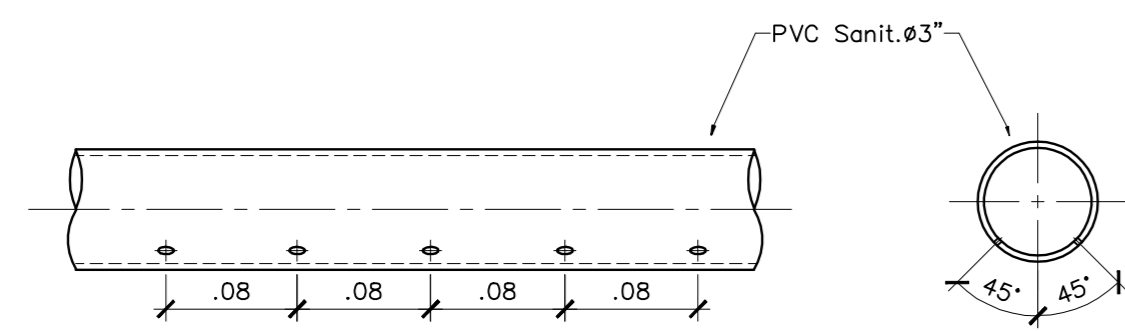
ESTUDIOS BASICOS

ESCALA: 1:20	FECHA: NOVIEMBRE 2011	LAMINA: 2
--------------	-----------------------	-----------



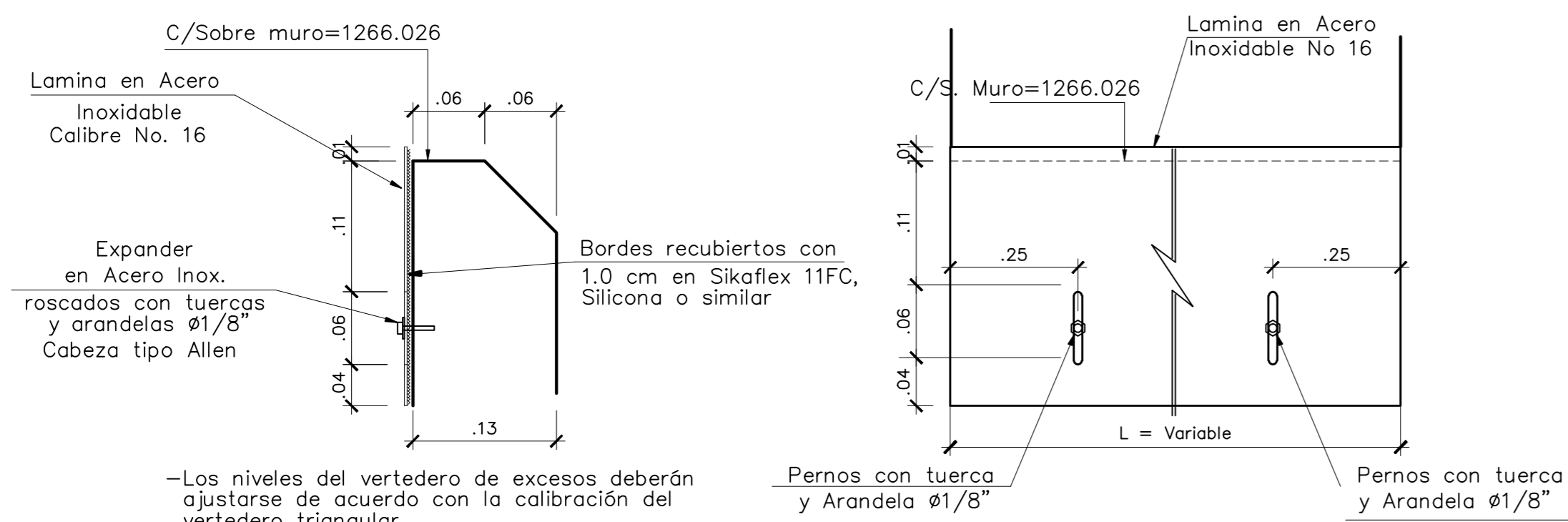
**NOTAS:**  
 Todos los vlvulas de mariposa son Tipo Wafer con mando de palanca y disco regulador de 10 posiciones Bridas de HD Tipo R1  
 Las Bridas deben incluir todo la empaquetadura y tornillería necesaria para el acople con los vlvulas de mariposa  
 Todas las Bridas deben ser compatibles con las normas de fabricación de los vlvulas, ya sea ISO/ANSI/AWWA  
 Detalles de vlvulas tomados de catlogos 2007 de Metaco, RedWhite, Apulo y ITV  
 La separación entre las bridas y la tubería debe permitir el libre acceso de la vlvula con la palanca de mando en posición semicerrada  
 Después de alinear los vlvulas con las bridas y antes de apretar los pernos de fijación, la palanca de mando de la vlvula debe girarse hasta la posición completamente abierta

**DETALLE # 1 – VALVULA MARIPOSA BxB CON MANDO DE PALANCA DE APERTURA RAPIDA**  
 SIN ESCALA

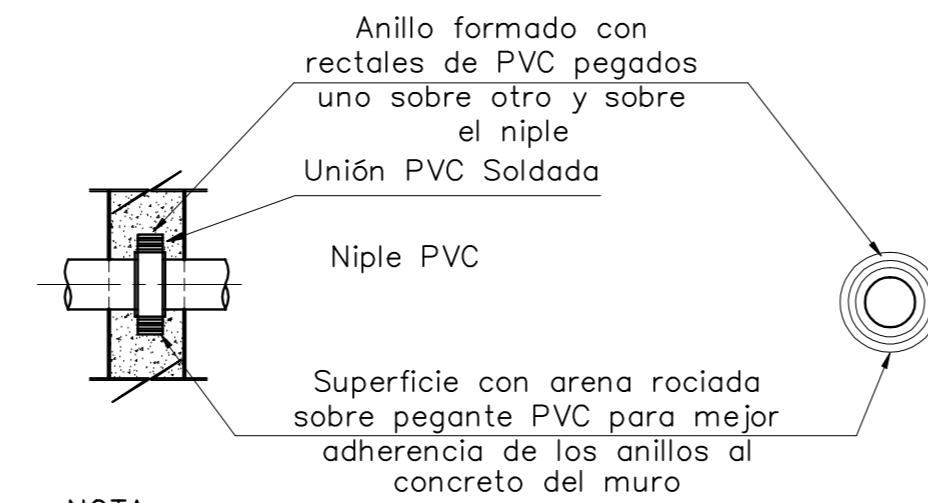


8 orificios de  $\phi 1/2$  c/8 cm. en 2 hileras colocados en ángulo de 45 con la horizontal. Total 12 orificios por lateral.

**DETALLE # 3 – MULTIPLE DISTRIBUIDOR FDI**  
 ESCALA 1:5

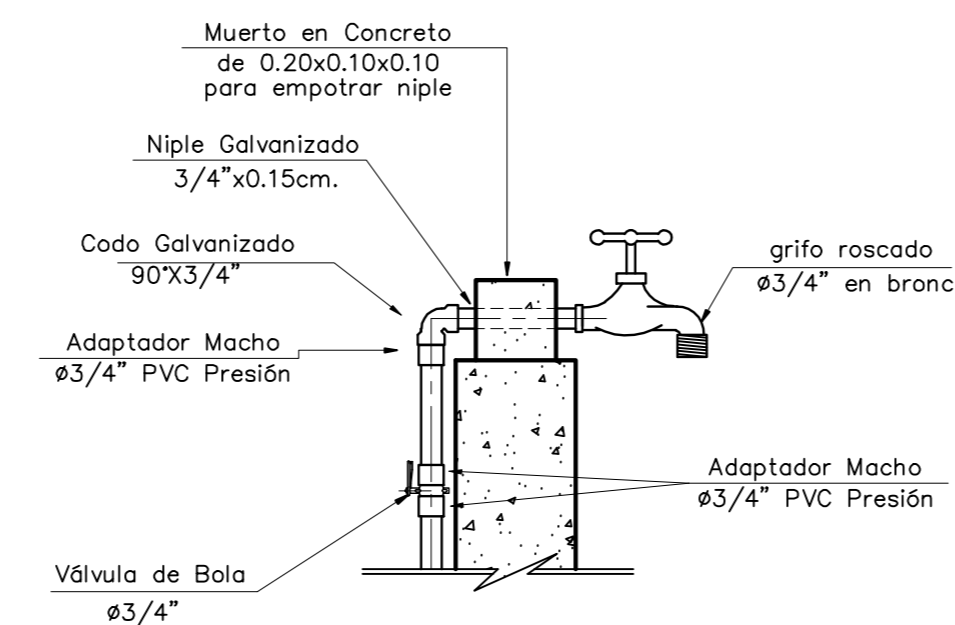


**DETALLE # 7 – VERTEDERO DE EXCESOS COMPUERTA EN LAMINA PARA CONTROL DE EXCESOS**  
 SIN ESCALA

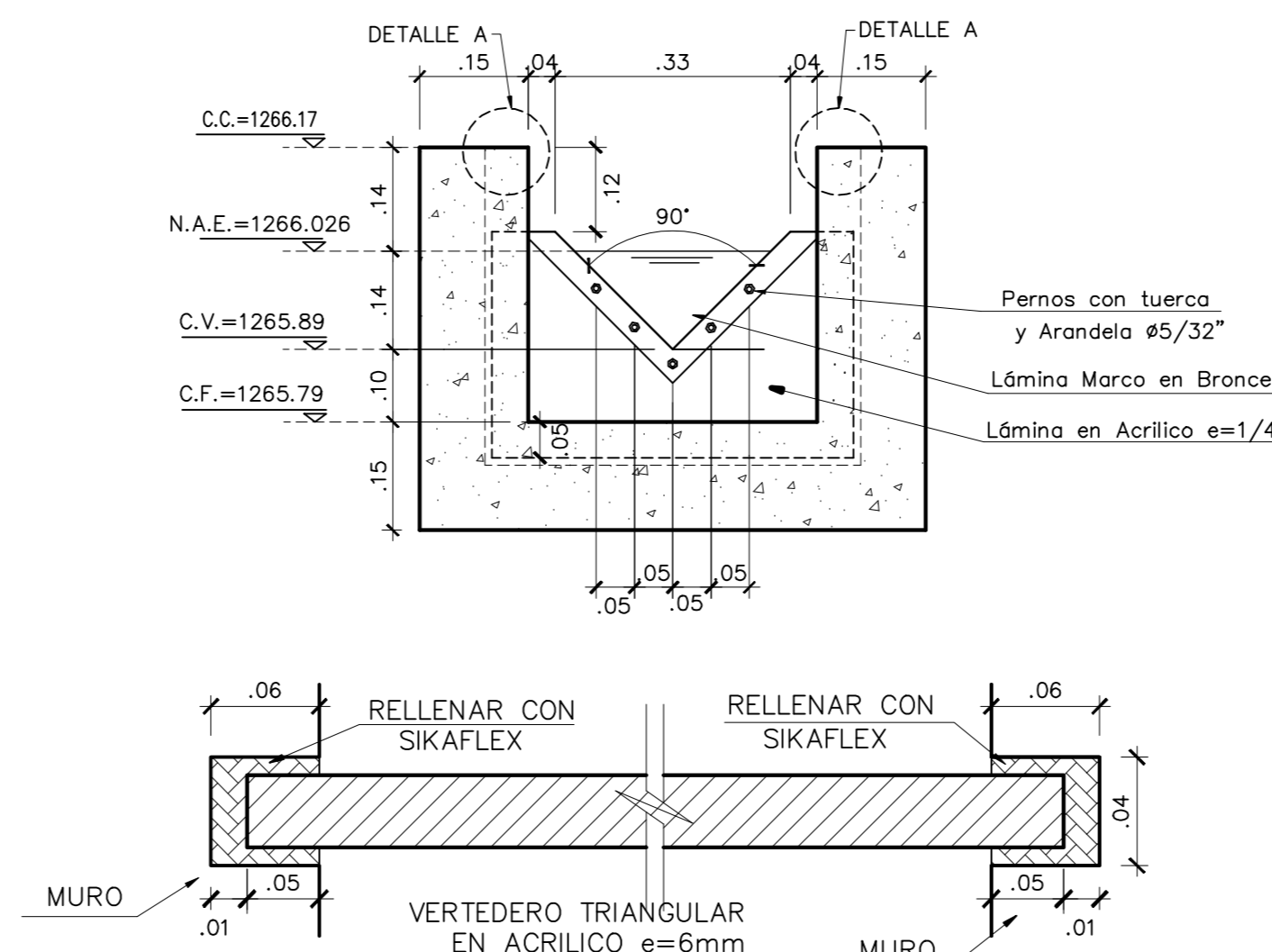


**NOTA:**  
 -Durante la construcción se debe prever los pases de tubería, que se muestran en planos hidráulicos, antes de la fundición y de acuerdo al detalle que se muestra en este plano

**DETALLE # 2 – PASAMUROS**  
 SIN ESCALA

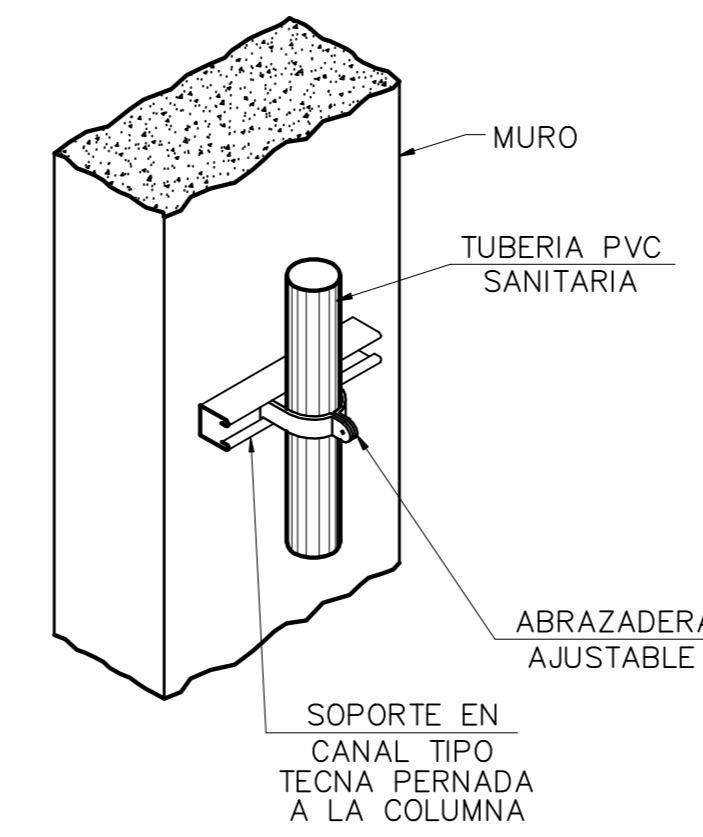


**DETALLE # 5 – GRIFO CAMARAS DE LAVADO**  
 ESCALA 1:10

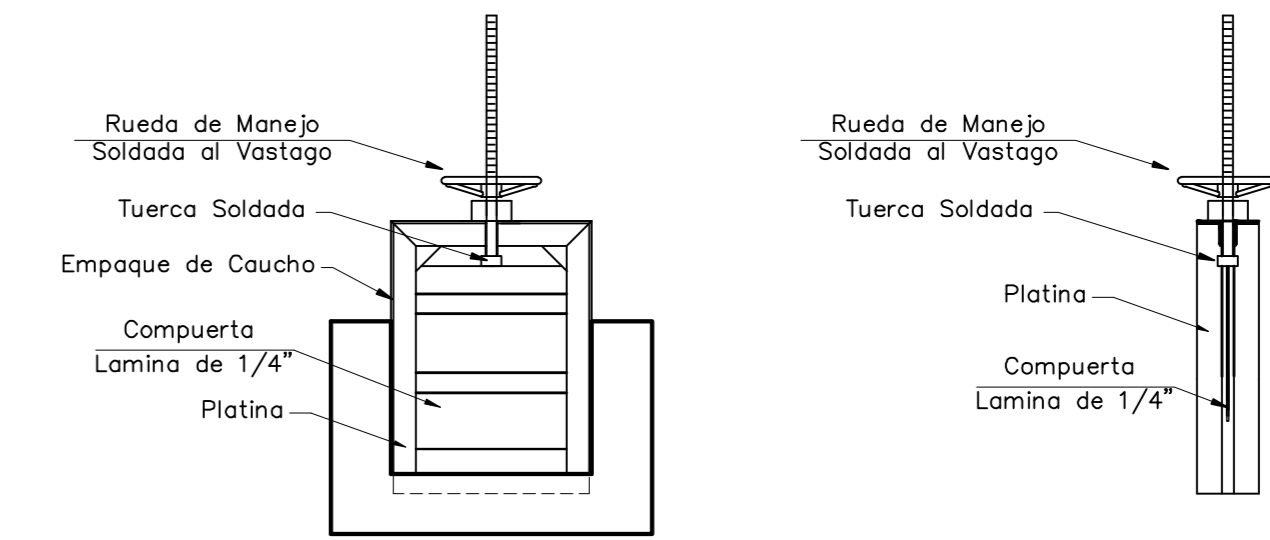


**DETALLE A – VERTEDERO EN MUROS**

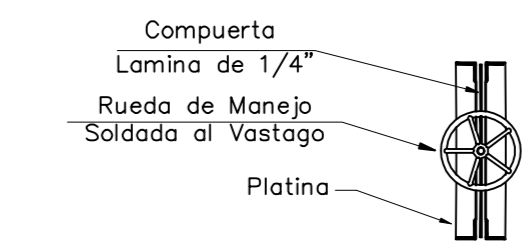
**DETALLE # 4 – VERTEDERO TRIANGULAR 90° FDI**  
 ESCALA 1:10



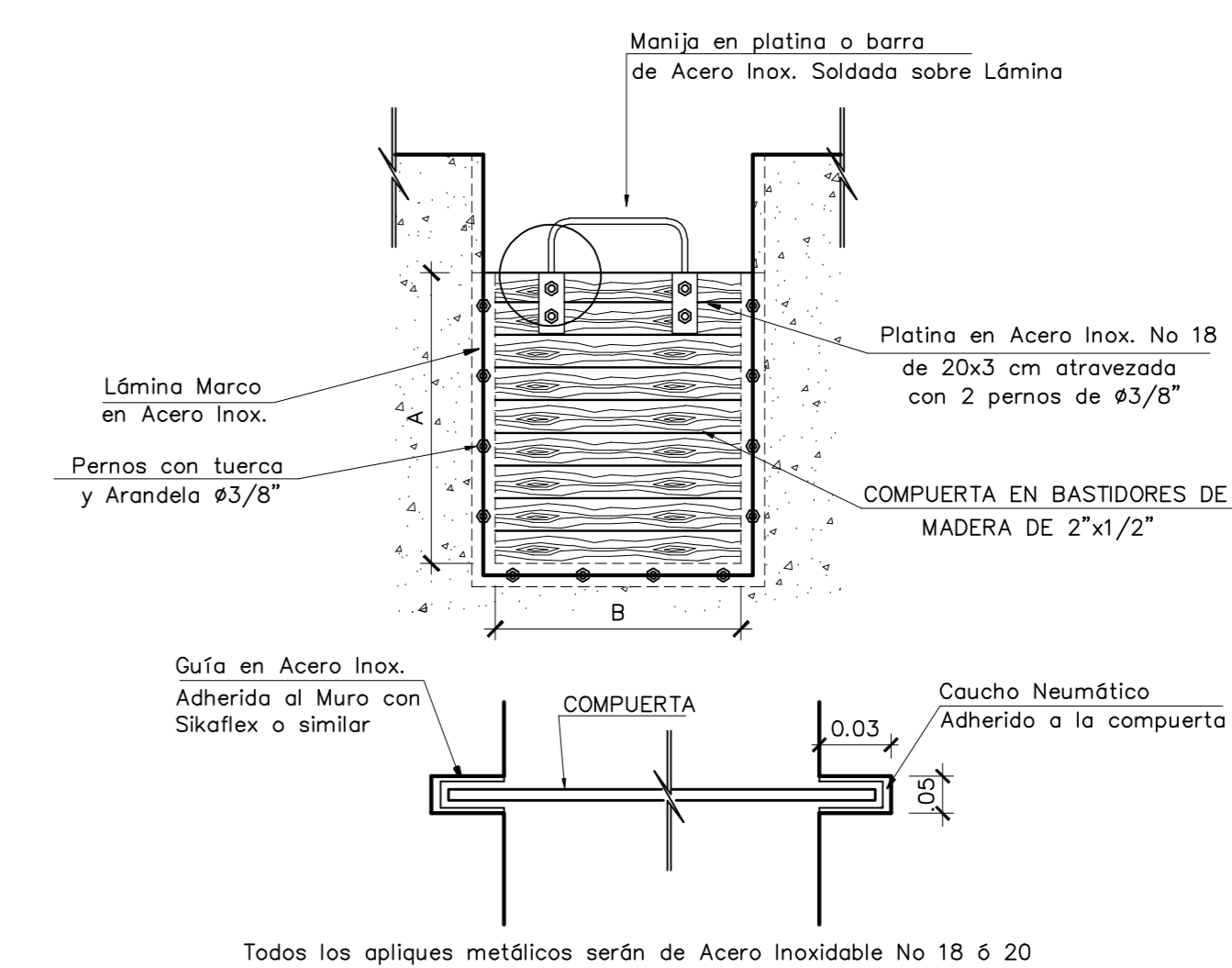
**DETALLE # 7 – SOPORTE TUBERIAS VERTICALES**  
 SIN ESCALA



**VISTA ALZADA VISTA LATERAL**



**PLANTA DETALLE # 4 – COMPUERTA**  
 ESCALA 1:20



**DETALLE # 6 – GUIA PARA COMPUERTAS O VERTEDEROS**  
 SIN ESCALA

UNIDAD	TIPO	DIMENSIONES		
		B	A	CANT.
FGDI	1	1.40	0.15	2

APROBACION COMISION REVISORA DE PERMISOS DE CONSTRUCCION

PROYECTO: UNIDADES DE PREFILTRACION Y CAMARA DE CONTACTO DE CLORO PTAP SANTA CECILIA DE TARRAZO

PROPIETARIO: INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

PROVINCIA: 01 CANTON: 04 DISTRITO: 01  
 XX XXX XXXX

REPUBLICA DE COSTA RICA  
 INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
 SUBDIRECCION GESTION SISTEMAS COMUNALES  
 UNEN DE ADMINISTRACION DE PROYECTOS  
 DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS BASICOS Y DISEÑOS

DIBUJO: Alexander Diaz

PROFESIONAL RESPONSABLE:

NOMBRE: Ing. DIANA A. ZAMBRANO

FIRMA: \_\_\_\_\_ N° REG: IC-XXXXX

NOMBRE: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_ N° REG: \_\_\_\_\_

NOMBRE: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_ N° REG: \_\_\_\_\_

PROFESIONAL RESPONSABLE DIRECCION TECNICA:

NOMBRE: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_ N° REG: \_\_\_\_\_

PROFESIONAL RESPONSABLE INSPECCION POR AYA:

NOMBRE: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_ N° REG: \_\_\_\_\_

INFORMACION REGISTRO PUBLICO:

PROPIETARIO: \_\_\_\_\_

N° CATASTRO: \_\_\_\_\_

SITA: \_\_\_\_\_

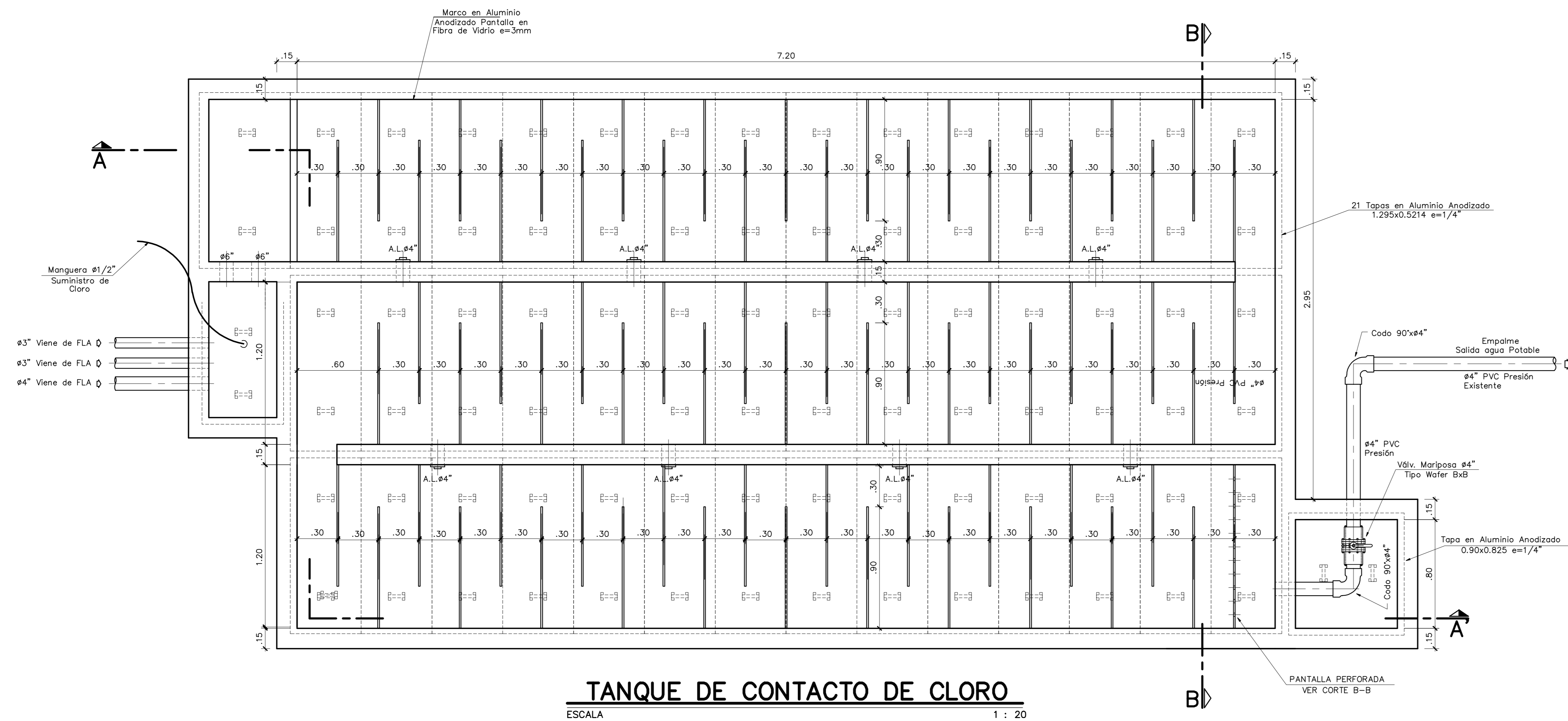
CONTENIDO

FILTRO GRUESO DINAMICO PLANTAS Y CORTES

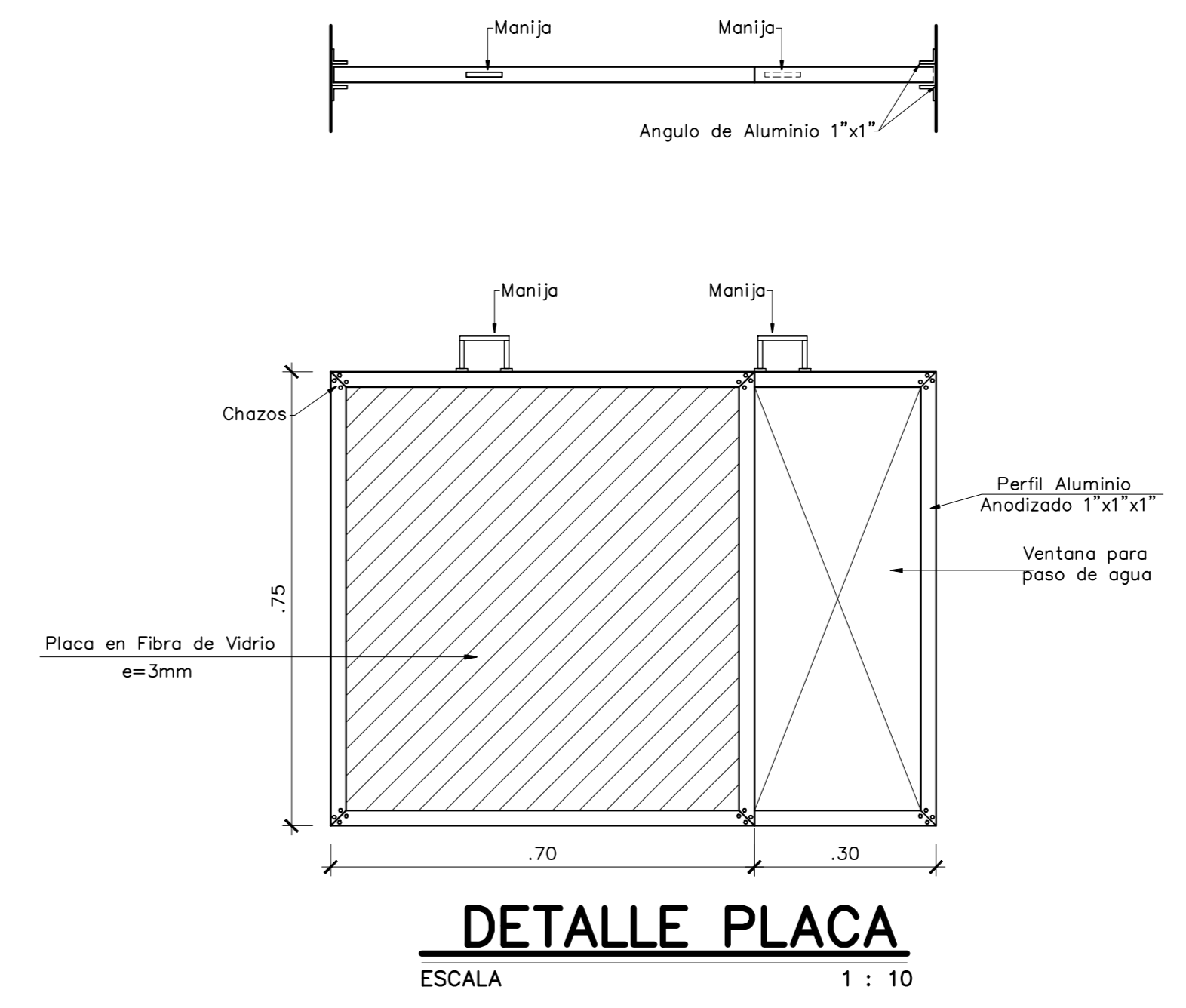
ESTUDIOS BASICOS

ESCALA: 1:20 FECHA: NOVIEMBRE 2011 LAMINA: 3/5



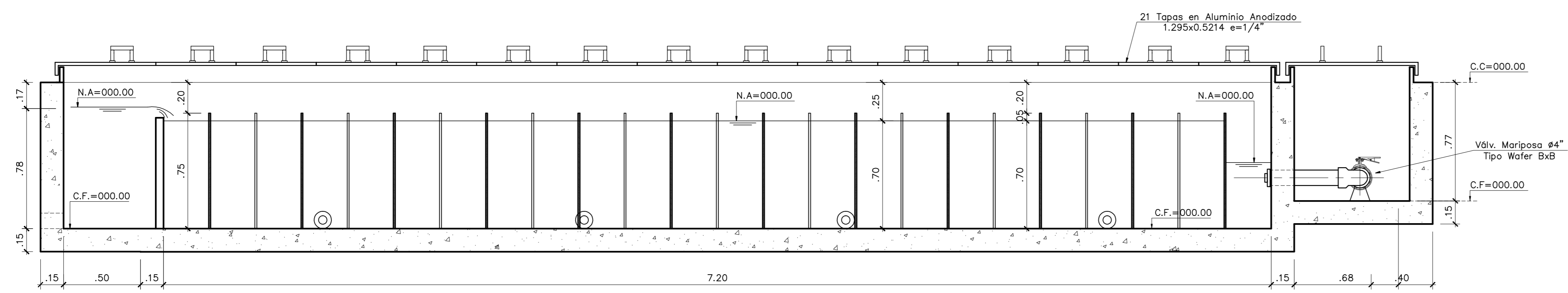


**TANQUE DE CONTACTO DE CLORO**  
ESCALA 1 : 20

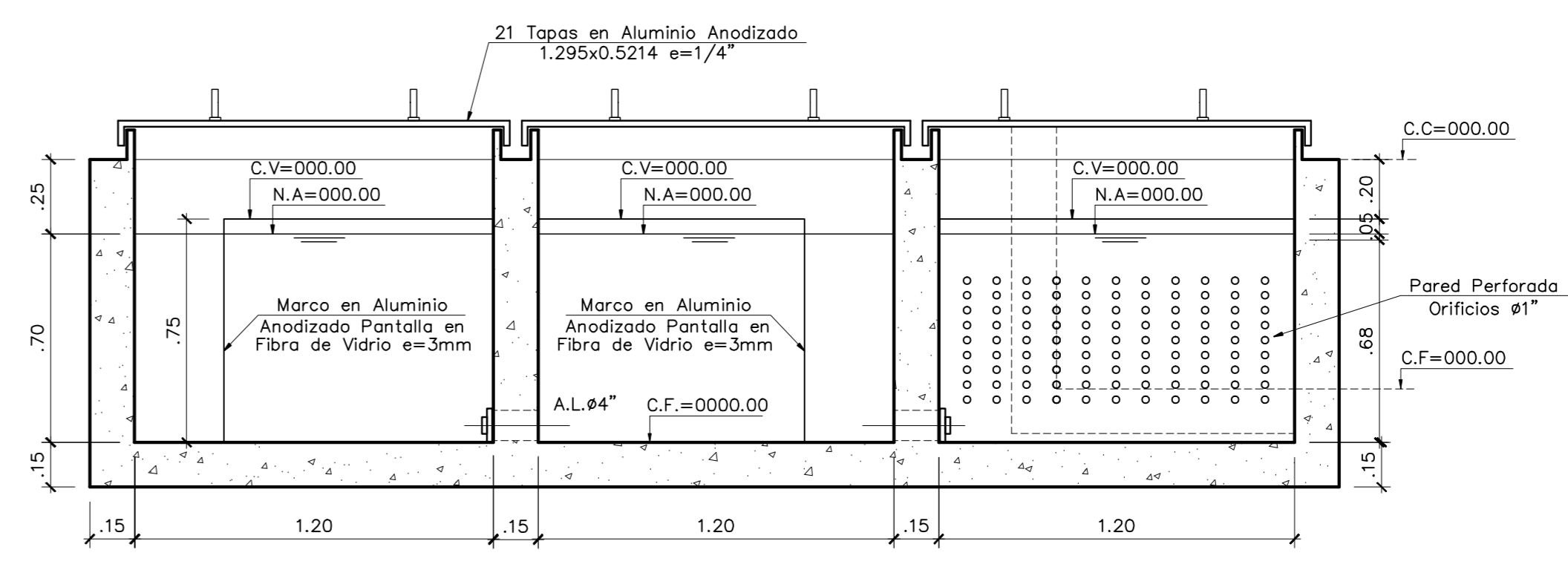


**DETALLE PLACA**  
ESCALA 1 : 10

NOTA : - TODA LA METALISTERIA EN ALUMINIO DEBE RECIBIR ANODIZADO DE 15 MICRAS  
- LAS PLACAS EN FIBRA DE VIDRIO QUE-DARAN LISAS POR AMBAS CARAS.



**CORTE A-A'**  
ESCALA 1 : 20



**CORTE B-B'**  
ESCALA 1 : 20

APROBACION COMISION REVISORA DE PERMISOS DE CONSTRUCCION		
PROYECTO: UNIDADES DE PREFILTRACION Y CAMARA DE CONTACTO DE CLORO PTAP SANTA CECILIA DE TARRAZO		
PROPIETARIO: INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS		
PROVINCIA: 01 XX	CANTON: 04 XXX	DISTRITO: 01 XXXX
<b>REPUBLICA DE COSTA RICA</b> INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SUBDIRECCION GESTION SISTEMAS COMUNALES UEN DE ADMINISTRACION DE PROYECTOS DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS BASICOS Y DISEÑOS		
DIBUJO: Alexander Diaz		
PROFESIONAL RESPONSABLE: NOMBRE: Ing. DIANA A. ZAMBRANO		
FIRMA: _____ N° REG: IC-XXXXX		
NOMBRE: _____ N° REG: _____		
FIRMA: _____ N° REG: _____		
NOMBRE: _____ N° REG: _____		
PROFESIONAL RESPONSABLE DIRECCION TECNICA: NOMBRE: _____ N° REG: _____		
PROFESIONAL RESPONSABLE INSPECCION POR AYA: NOMBRE: _____ N° REG: _____		
INFORMACION REGISTRO PUBLICO: PROPIETARIO: _____ N° CATASTRO: _____ SITIO: _____		
CONTENIDO  <b>TANQUE DE CONTACTO DE CLORO PLANTA Y CORTES</b>		
ESTUDIOS BASICOS		
ESCALA: 1 : 20	FECHA: NOVIEMBRE 2011	LAMINA: 5