



ALCALDÍA DE
BOLÍVAR

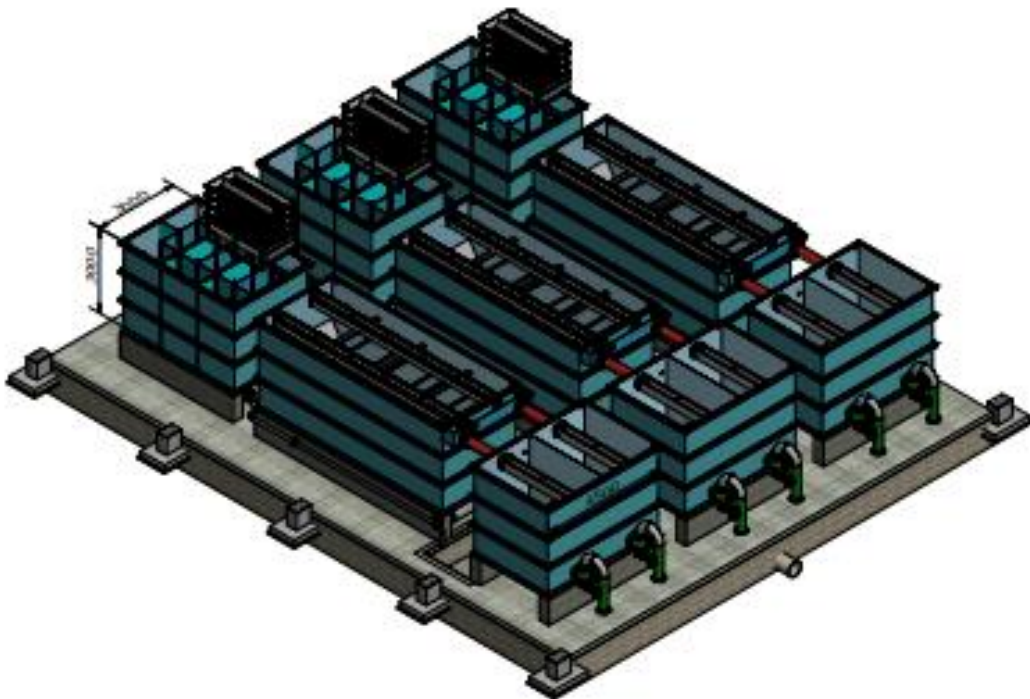
**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



ALCALDÍA DE
BOLÍVAR

**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO
MUNICIPAL
"CANTÓN BOLÍVAR - MANABÍ"**

**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE
AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA
CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



JULIO - 2022



TOMO IV

MEMORIAS Y ANÁLISIS DE DISEÑO



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

TABLA DE CONTENIDOS

4.1. TRATABILIDAD DEL AGUA.....	8
4.1.1. INTRODUCCIÓN	8
4.2. DISEÑO HIDRÁULICO - ELECTROMECAÑICOS	9
4.2.1. DEFINITIVO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA USO DOMÉSTICO.....	9
4.2.2. PARÁMETROS DE DISEÑO.....	9
4.2.3. PERÍODO DE DISEÑO.....	9
COMPONENTE.....	10
4.2.4. PROYECCIÓN DEMOGRÁFICA:.....	10
4.2.5. DOTACIÓN:.....	11
4.2.6. DETERMINACIÓN DE CAUDALES:.....	14
4.2.7. VOLUMEN DE LA RESERVA	14
4.2.8. OFERTA Y DEMANDA	15
4.2.9. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR DOMÉSTICO DE CALCETA Y QUIROGA	19
4.2.9.1. FUENTE SUPERFICIAL - PRESA LA ESPERANZA.....	19
4.2.9.2. TOMA O CAPTACIÓN	19
4.2.9.3. CONDUCCIÓN.....	21
4.2.9.4. TRATAMIENTO	26
4.2.9.5. PLANTA DE TRATAMIENTO CON FILTRACIÓN RÁPIDA.....	26
La planta de tratamiento que servirá al sistema de agua potable de la ciudad de Calceta provincia Manabí se alimentará con aguas provenientes de la presa La Esperanza y tendrá capacidad para trabajar con un caudal de 7.500 m ³ /día – 86,80 l/s.....	
DOSIS ÓPTIMA DE COAGULANTE.....	26
Pt – Co.....	27
4.2.9.6. LINEA DE TRATAMIENTO A DARSE	27
4.2.9.7. CARACTERISTICAS TÉCNICAS Y DISEÑO HIDRÁULICO DE LA PLANTA POTABILIZADORA MODULAR COMPACTA DE AGUA DE 7500 m³/día 31	
4.2.9.7.1. NORMATIVIDAD.	31
4.2.9.7.2. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.....	31
4.2.9.8. DESCRIPCIÓN GENERAL PROCESO DE POTABILIZACIÓN.....	32
4.2.9.8.1. OXIGENACIÓN.....	32
4.2.9.8.2. COAGULACIÓN Y MEZCLA RÁPIDA	32
4.2.9.8.3. MEZCLA LENTA MECÁNICA	34
4.2.9.8.4. FLOCULACIÓN	34
4.2.9.8.5. PRE SEDIMENTACIÓN.....	34



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

4.2.9.8.6.	SEDIMENTACIÓN.....	35
4.2.9.8.7.	FILTRACIÓN.....	35
4.2.9.8.8.	DESIFECCIÓN.....	36
4.2.9.9.	DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.	37
4.2.9.9.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL	37
4.2.9.10.	PROCESOS Y CARACTERÍSTICAS QUE DEBE CUMPLIR LA PLANTA	38
4.2.9.10.1.	REGULACIÓN Y CONTROL DE CAUDAL	38
4.2.9.10.2.	OXIGENADOR DINÁMICO MEDIANTE ENERGÍA HIDRÁULICA	41
4.2.9.10.3.	MEZCLA RÁPIDA Y COAGULACIÓN TIPO "CANALETA PARSHALL"	42
4.2.9.10.4.	DIMENSIONES.....	44
4.2.9.10.5.	MEZCLA LENTA MECÁNICA	46
4.2.9.10.6.	FLOCULADOR DE FLUJO VERTICAL	46
4.2.9.10.7.	SEDIMENTACIÓN DE ALTA TAZA.....	49
4.2.9.10.8.	DESINFECCIÓN PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO	56
4.2.10.	RESERVA	58
4.2.11.	REDES DE DISTRIBUCIÓN	59
4.3.	ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	70
4.4.	ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.	70
4.4.1.	INTRODUCCIÓN	70
4.4.2.	MEMORIA ESTRUCTURAL DE TANQUE 1500 m3.....	71
4.4.2.1.	ESQUEMA DEL TANQUE DE 1,500m3	71
4.4.2.2.	MODELO ESTRUCTURAL Y SU ANÁLISIS:	75
4.4.2.3.	ELABORACIÓN DE LOS PLANOS ESTRUCTURALES Y PLANILLAS DE CANTIDADES DE ACERO Y HORMIGÓN.....	76
	Consideraciones para el análisis estructural.....	76
	Generales	76
	Carga Sísmica	79
	Modelo Estructural en Sap2000	81
	Solicitaciones de carga.....	82
	Fuerzas Internas	82
	Resistencia de Diseño.....	82
	Combinaciones de Carga	82
	Coefficientes de Reducción.....	83
4.4.2.4.	RECOMENDACIÓN.....	91



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores de caudales requeridos para diseño de la planta de tratamiento	8
Tabla 2: Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable	10
Tabla 3: Proyección demográfica	11
Tabla 4: Dotaciones media futura	12
Tabla 5: Distribución de caudales medios, diarios, máximos horarios	13
Tabla 6: Valores de caudales requeridos para diseño de planta tratamiento	16
Tabla 7: Valores de caudales oferta	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8: Datos de flujo volumétrico requerido para Calceta y Quiroga	19
Tabla 9: Datos para el diseño de bombas.....	22
Tabla 10: Datos para tuberías de succión e impulsión a utilizar.....	22
Tabla 11: Datos de altura dinámica total	23
Tabla 12: Datos de Caudales, pérdidas de carga, altura dinámica total.....	23
Tabla 13: Curva de la Bomba.....	24
Tabla 14: Valores de agua tratada esperados	27
Tabla 15: Coeficientes Cv de valvulas	41
Tabla 16: Dimensiones canaleta canal Parshall.....	43
Tabla 17: Dimensiones del caudalímetro por Flotación	43
Tabla 18: Dimensiones Canal Parshall	44
Tabla 19: Dimensiones Canal Parshall	44
Tabla 20: Filtros y niveles de turbiedad.....	55
Tabla 21: Tablas de quimicos para la planta	57
Tabla 22: Reportes Watercad , longitud,diámetro,velocidad coeficiente Hazen- Williams, Gradiente hidráulico	65
Tabla 23: Reportes Watercad, Nodos, alturas, presiones m.c.a, demandas	70
Tabla 24: Valores simulacion Sap 2000	74
Tabla 25: Valores de RO.....	83

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imágen 1: Vistas - (Planta - Corte) Captación.....	20
Imágen 2: Vista en planta satelital	21
Imágen 3: Esquema línea de conducción.....	22
Imágen 4: Curva de operación del sistema	24
Imágen 5: Curva de la bomba.....	24
Imágen 6: Curva de máxima eficiencia hidráulica.....	¡Error! Marcador no definido.



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

Imágen 7: Catalogo de bomba 40 Hp	¡Error! Marcador no definido.
Imágen 8: Vista superior, planta de tratamiento modular	29
Imágen 9: Vista en corte, planta de tratamiento modular 2D	30
Imágen 10: Vista en corte, planta de tratamiento modular 3D	30
Imágen 11: Vista en corte, planta de tratamiento modular 3D	38
Imágen 12: Oxigenador	41
Imágen 13: Oxigenador	41
Imágen 14: Canal Parshall	42
Imágen 15: Vista en planta canal Parshall	43
Imágen 16: Caudalimetro hidráulico	43
Imágen 17: Altura para verificación de caudal	45
Imágen 18: Mezclador mecánico	46
Imágen 19: Sedimentador	50
Imágen 20: Esquema canaleta del sedimentador	52
Imágen 21: Tanques de desinfección	56
Imágen 22: Regulador Vacuum	57
Imágen 23: Tanque Planta de tratamiento 500 m3	59
Imágen 24: Tanque de 1500m3	59
Imágen 25: Planta de losa de cimentación	71
Imágen 26: Sección 1-1	72
Imágen 27: Vista A-A´	72
Imágen 28: Numeración de nudos en la cimentación	75
Imágen 29: Propiedades de los materiales	77
Imágen 30: Carga muerta	78
Imágen 31: Carga viva	79
Imágen 32: Carga sísmica	81
Imágen 33: Elementos tipo Frame y tipo shell	81
Imágen 34: Elementos tipo Frame y tipo shell vista 3D	82
Imágen 35: Viga tipo	84
Imágen 36: Momento M33 en viga tipo	84
Imágen 37: Cortante V22 en viga tipo	85
Imágen 38: Torsión en viga tipo	85
Imágen 39: Diseño de vigas a la flexión	86
Imágen 40: Diseño de vigas al cortante	86
Imágen 41: Diseño de vigas a la torsión	87
Imágen 42: Diseño de la losa Momento M11	87



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

Imágen 43: Diseño de la losa Momento M22.....	88
Imágen 44: Diseño de la losa cortante V13.....	88
Imágen 45: Diseño de la losa cortante V23.....	89
Imágen 46: Diseño de la losa Acero superior Ast.1	89
Imágen 47: Diseño de la losa Acero superior Ast.2	90
Imágen 48: Diseño de la losa Acero Inferior Ast.1	90
Imágen 49: Diseño de la losa Acero Inferior Ast.2.....	91



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

4.1. TRATABILIDAD DEL AGUA.

4.1.1. INTRODUCCIÓN

La Consultoría de estos estudios, luego de realizar los dos planteamientos o alternativas para la nueva planta potabilizadora de agua en la ciudad de Calceta para uso doméstico, y una vez que el Administrador del proyecto, procedió con el análisis correspondiente y se escogió la alternativa más óptima en beneficio de la ciudad y el cantón, se ha procedido a realizar los diseños definitivos de los de la propuesta escogida, alternativa 1 (Captación de agua desde la represa La Esperanza).

Dividir la oferta y demanda para el suministro de agua potable:

- Los constantes problemas en épocas invernales y falta de producción de agua potable causan un constante déficit en la ciudad de Calceta por falta producción total en la Mancomunidad, la cual no cumple con su producción requerida para poder dotar a los 5 cantones que la conforman.
- Que el GADM de Bolívar tiene previsto el traspaso de las competencias del abastecimiento de agua potable que están actualmente en administración por parte de la Mancomunidad.
- Que el abastecimiento de agua potable para el uso doméstico será: La represa Esperanza que es administrada por el EPA (Empresa Pública del Agua).

Por lo mencionado **"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**, para el abastecimiento de agua potable para la ciudad de Calceta se derivan los siguientes usos:

FUENTE	USO DOMESTICO	
	m3/día	l/s
LA ESPERANZA	7500	86,81
TOTAL	7500	86,81

Tabla 1: Valores de caudales requeridos para diseño de la planta de tratamiento
Fuente: Consultor



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

4.2. DISEÑO HIDRÁULICO - ELECTROMECAÑICOS

4.2.1. DEFINITIVO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA USO DOMÉSTICO

Los diseños definitivos para la nueva planta potabilizadora de agua en la ciudad de Calceta, se consideran las fuentes y caudales justificados e indicados en el cuadro anterior del acápite anterior, a partir de los cuales se realizan los diseños con carácter definitivo a fin de cumplir así el objeto de esta Consultoría.

Es necesario mencionar que oportunamente esta Consultoría presentó al GADM Bolívar el documento bajo el título "FASE I" y de lo cual se realiza esta "FASE II" como "Estudio Definitivo".

4.2.2. PARÁMETROS DE DISEÑO

Los parámetros de diseño que permitirán dimensionar los diferentes componentes de un sistema de agua potable, serán los establecidos en las normas emitidas por el Código Ecuatoriano para el Diseño de Obras Sanitarias: Norma CO 10.7-602 y 10.07-601 para sistemas de abastecimiento de Agua Potable del Área Urbana.

4.2.3. PERÍODO DE DISEÑO

En tiempo para el cual se prevé que los componentes de un sistema de agua potable brindarán un funcionamiento adecuado para que la población en estudio tenga un abastecimiento de agua potable que sea continuo y de calidad, se denomina período de vida diseño. Las normas CO 10.07-601 (NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES), sugiere períodos de útil para cada componente de un sistema de agua potable, que según la Tabla sugiere los valores:



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

COMPONENTE	VIDA UTIL (AÑOS)
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red:	
De hierro dúctil	40 a 50
De asbesto cemento o PVC	20 a 25
Otros materiales	Variables de acuerdo especificaciones del fabricante

Tabla 2: Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable

Fuente: Consultor

Para los componentes de las obras de agua potable a desarrollarse en Calceta, se adopta un período de diseño de 25 años, es decir, se prevé que durante este lapso de tiempo las estructuras pueden funcionar sin necesidad de ampliación alguna.

Dada la urgente necesidad que tiene la población de Calceta de contar con un sistema de agua, se prevé que para el año 2021 estarán construidas las obras y entrará en funcionamiento el sistema, año a partir del cual se considera el horizonte proyectado, siendo el año 2041 el final del período de diseño.

4.2.4. PROYECCIÓN DEMOGRÁFICA:

La población actual para el inicio del período de diseño (2020), se ha determinado considerando los datos de censos nacionales del año 2010 y su proyección al 2020 hasta el 2045, teniendo como población actual de Calceta y Quiroga habitantes al año 2010 son 17,764, valor similar al indicado en el PDOT para este cantón, a partir de los cuales se determina los índices de crecimiento hasta el año horizonte previsto en este estudio.



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

De acuerdo a lo explicado anteriormente, el índice de crecimiento determinado para Bolívar, es a partir del método geométrico aritmético y exponencial; el cual determinó un promedio para efectuar el diseño posterior.

A partir del año 2020 se determina los índices de crecimiento hasta el año horizonte previsto en este estudio, obteniéndose un índice de crecimiento según la tendencia de crecimiento de la población de los años anteriores e indicados a continuación:

Población Urbana 2020		21203			
Tasa de crecimiento poblacional costa (INEC)		1,5			
Período de diseño 25 años					
Población					
n	Años	Aritmético	Geométrico	Exponencial	Promedio
0	2022	21203	21203	21203	21203
1	2023	21205	21521	21523	21416
2	2024	21206	21844	21849	21633
3	2025	21208	22172	22179	21853
4	2026	21209	22504	22514	22076
5	2027	21211	22842	22854	22302
6	2028	21212	23184	23200	22532
7	2029	21214	23532	23550	22765
8	2030	21215	23885	23906	23002
9	2031	21217	24243	24268	23242
10	2032	21218	24607	24634	23486
11	2033	21220	24976	25007	23734
12	2034	21221	25351	25385	23985
13	2035	21223	25731	25768	24241
14	2036	21224	26117	26158	24500
15	2037	21226	26509	26553	24762
16	2038	21227	26906	26954	25029
17	2039	21229	27310	27362	25300
18	2040	21230	27720	27775	25575
19	2041	21232	28135	28195	25854
20	2042	21233	28557	28621	26137
21	2043	21235	28986	29054	26425
22	2044	21236	29421	29493	26716
23	2045	21238	29862	29938	27013
24	2046	21239	30310	30391	27313
25	2047	21241	30764	30850	27619

Tabla 3: Proyección demográfica
Fuente: Consultor

4.2.5. DOTACIÓN:

Dotación, es la cantidad de agua que una por persona requiere para satisfacer sus necesidades domésticas durante el día.



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

Calceta actualmente cuenta con un servicio de agua potable el cual no cubre toda la demanda requerida por la ciudad, y por lo cual se recurre a los valores que recomienda la NORMA CO 10.07-601, para poblaciones con más de 5.000 habitantes y clima cálido.

Además, la consultoría recomienda que una vez entre en funcionamiento el sistema de agua potable y este estabilizado, se realice un análisis del consumo de Bolívar, partiendo de mediciones reales.

Dotaciones recomendadas		
POBLACIÓN	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA
(habitantes)		(l/hab.xdía)
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

Tabla 4: Dotaciones media futura

Fuente: INEC-2011

Se diseñó una dotación de 230l/hab.*día, fundamentado en el hecho de que potencialmente podría servirse a otros sectores asentados en el área de influencia del proyecto y específicamente al cantón Junín en situaciones de emergencia, basándose en los datos recomendados por la normativa de diseños de abastecimiento de agua para mayores a 1000 habitantes, en poblaciones de 5000 a 50000 habitantes para clima cálido.

Dadas las condiciones actuales, se estima que el consumo de agua potable en la población irá incrementándose paulatinamente hasta el final del año horizonte de diseño (2040) llegando a obtenerse una dotación futura de los 230 l/hab. *día.



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

Este incremento progresivo del consumo de agua potable a darse en Calceta, se prevé por las siguientes razones:

- La calidad del agua del abastecimiento que hará aumentar el consumo de la población.
- Mejor calidad de vida de sus habitantes.

Los resultados de proyección de la población servida, porcentaje de cobertura actual del servicio de agua potable y la dotación media futura, se indican en el cuadro siguiente:

Dotación	220	l/hab/día
Tasa de crecimiento poblacional costa (INEC)	1,5	%.

Período de diseño 25 años						
Dotación						
n	Años	Población Futura	Caudal Medio Diario (l/s)	Caudal Máximo Diario (l/s)	Caudal Máximo Horario (l/s)	Caudal de consumo diario (m ³ /día)
0	2022	21203	53,99	67,49	161,97	5830,83
1	2023	21416	54,53	68,17	163,60	5889,49
2	2024	21633	55,08	68,85	165,25	5949,04
3	2025	21853	55,64	69,55	166,93	6009,48
4	2026	22076	56,21	70,26	168,63	6070,83
5	2027	22302	56,79	70,98	170,36	6133,10
6	2028	22532	57,37	71,72	172,12	6196,31
7	2029	22765	57,97	72,46	173,90	6260,46
8	2030	23002	58,57	73,21	175,71	6325,58
9	2031	23242	59,18	73,98	177,55	6391,68
10	2032	23486	59,80	74,75	179,41	6458,77
11	2033	23734	60,43	75,54	181,30	6526,87
12	2034	23985	61,07	76,34	183,22	6595,99
13	2035	24241	61,72	77,15	185,17	6666,16
14	2036	24500	62,38	77,98	187,15	6737,37
15	2037	24762	63,05	78,82	189,16	6809,66
16	2038	25029	63,73	79,66	191,20	6883,03
17	2039	25300	64,42	80,53	193,26	6957,50
18	2040	25575	65,12	81,40	195,36	7033,10
19	2041	25854	65,83	82,29	197,50	7109,83
20	2042	26137	66,55	83,19	199,66	7187,71
21	2043	26425	67,28	84,11	201,85	7266,77
22	2044	26716	68,03	85,03	204,08	7347,01
23	2045	27013	68,78	85,98	206,35	7428,46
24	2046	27313	69,55	86,93	208,64	7511,13
25	2047	27619	70,32	87,91	210,97	7595,09



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

Tabla 5: Distribución de caudales medios, diarios, máximos horarios
Fuente: Consultor

4.2.6. DETERMINACIÓN DE CAUDALES:

Los caudales que servirán para el dimensionamiento de las diferentes unidades que forman parte del sistema de agua potable y requerido anualmente hasta el final del período de diseño, se determinan con base a factores máximo diario y máximo horario aplicados al consumo medio diario, los cuales han sido tomados de los valores recomendados en las normas CO 10.07-601. (NEC2011)

4.2.6.1. DETERMINACIÓN DE CONSUMOS:

Consumo medio diario (cmd) = (Dotación media futura x Población diseño)/(86.400)

Consumo máximo diario (CMD) = (k máx. diario; k (1.3 - 1.5). adoptado k=1.4

Consumo máximo horario (CMH) = (k máx. horario); k (2 - 2.3), adoptado K=2

4.2.6.2. CAUDALES DE DISEÑO:

- Caudal de Captación = (QMD)
- Caudal de Conducción = (QMD)
- Caudal de tratamiento = (QMD)
- Caudal de distribución = CMH

La red de distribución será calculada con el caudal máximo horario y verificado con el caudal máximo diario más incendios que para esta ciudad será un caudal de 10 l/s como dotación de agua contra incendios, para un número simultáneo de incendios igual a dos, valor adoptado según la norma CO 10.07-601.

4.2.7. VOLUMEN DE LA RESERVA

Para la determinación del volumen de reserva o almacenamiento de agua para la distribución a la población de Calceta, se considera los siguientes criterios:



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

4.2.7.1. Volumen de regulación

El volumen de regulación será del 25% para poblaciones con menos de 5.000 habitantes y del 30 % para aquellas que superan los 5.000 habitantes.

4.2.7.2. Volumen contra incendio:

En la costa, para una población mayor a hasta los 3.000 habitantes no se considera volumen para incendios y superior a ésta, se determina como volumen contra incendio aplicando la fórmula:

$$V_i = 50 \text{ Raíz de } P$$

P, población en miles de habitantes

4.2.7.3. Volumen de emergencia

Para las poblaciones y ciudades que superan los 5.000 habitantes, se considera el 25% como volumen de regulación.

En el cuadro a continuación se resumen los factores adoptados para el sector urbano y rural, tanto de consumos como de caudales para diseño de las diferentes unidades o componentes del sistema de agua potable y para cada población o recinto del estudio.

Con todos estos criterios adoptados, se tiene el cuadro de oferta y demanda de caudales, (qmd, CDM y CMH), caudales de diseños (captación, tratamiento, distribución) y volúmenes de almacenamiento (regulación, incendios, emergencia y total), indicados en el cuadro siguiente:

4.2.8. OFERTA Y DEMANDA

En la Fase 1, se realizó en detalle el análisis de la oferta y demanda de caudales de agua potable en Bolívar, la cual, luego del ajuste respectivo mencionado en el numeral 3 de esta memoria técnica esta **"oferta y demanda"** queda definida de la siguiente manera:

Para uso *doméstico* utilizar la fuente represa la Esperanza Refinería

FUENTE

USO DOMESTICO



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

	m3/día	l/s
LA ESPERANZA	7500	86,81
TOTAL	7500	86,81

Tabla 6: Valores de caudales requeridos para diseño de planta tratamiento

Fuente: Consultor



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA,
CANTÓN BOLÍVAR"**

No.	AÑO	POBLACIÓN DE DISEÑO (Habitantes)	PORCENTAJE COBERTURA DE SERVICIO %	POBLACION SERVIDA (Habitantes)	DOTACION(1*hab/dia)	OFERTA		DEMANDA			DEFICIT
						EXISTENTE MANCOMUNIDAD (m3/d)	REPRESA LA ESPERANZA (m3/d)	cmd(m3/d)	CMD(m3/d)	CMH(m3/d)	CAUDALES (m3/)
0	2022	21203	75	15902	180	2500	7500	3816,54	5343,16	7633,08	-1316,54
1	2023	21416	75	16062	230	2500	7500	4925,76	6896,06	9851,51	-2425,76
2	2024	21633	75	16225	230	2500	7500	4975,56	6965,78	9951,12	-2475,56
3	2025	21853	90	19667	230	2500	7500	5026,11	7036,55	10052,22	-2526,11
4	2026	22076	90	19868	230	2500	7500	5077,42	7108,39	10154,84	-2577,42
5	2027	22302	90	20072	230	2500	7500	5129,50	7181,30	10259,00	-2629,50
6	2028	22532	100	22532	230	2500	7500	5182,36	7255,31	10364,73	-2682,36
7	2029	22765	100	22765	230	2500	7500	5236,02	7330,43	10472,04	-2736,02
8	2030	23002	100	23002	230	2500	7500	5290,49	7406,68	10580,97	-2790,49
9	2031	23242	100	23242	230	2500	7500	5345,77	7484,08	10691,54	-2845,77
10	2032	23486	100	23486	230	2500	7500	5401,88	7562,63	10803,76	-2901,88
11	2033	23734	100	23734	230	2500	7500	5458,84	7642,37	10917,67	-2958,84
12	2034	23985	100	23985	230	2500	7500	5516,65	7723,31	11033,30	-3016,65
13	2035	24241	100	24241	230	2500	7500	5575,33	7805,46	11150,66	-3075,33
14	2036	24500	100	24500	230	2500	7500	5634,89	7888,85	11269,78	-3134,89
15	2037	24762	100	24762	230	2500	7500	5695,35	7973,49	11390,70	-3195,35
16	2038	25029	100	25029	230	2500	7500	5756,72	8059,40	11513,43	-3256,72
17	2039	25300	100	25300	230	2500	7500	5819,00	8146,61	11638,01	-3319,00
18	2040	25575	100	25575	230	2500	7500	5882,23	8235,12	11764,46	-3382,23
19	2041	25854	100	25854	230	2500	7500	5946,40	8324,96	11892,81	-3446,40
20	2042	26137	100	26137	230	2500	7500	6011,54	8416,16	12023,08	-3511,54



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA,
CANTÓN BOLÍVAR"**

21	2043	26425	100	26425	230	2500	7500	6077,66	8508,72	12155,32	-3577,66
22	2044	26716	100	26716	230	2500	7500	6144,77	8602,68	12289,55	-3644,77
23	2045	27013	100	27013	230	2500	7500	6212,89	8698,05	12425,79	-3712,89
24	2046	27313	100	27313	230	2500	7500	6282,04	8794,85	12564,08	-3782,04
25	2047	27619	100	27619	230	2500	7500	6352,26	8893,17	12704,52	-3852,26

Tabla 7: Valores de caudales oferta

Fuente: Consultor



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

4.2.9. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR DOMÉSTICO DE CALCETA Y QUIROGA

4.2.9.1. FUENTE SUPERFICIAL - PRESA LA ESPERANZA

El Embalse “La Esperanza”, localizada en la Parroquia Rural Quiroga, a aproximadamente 12 km de la Parroquia Urbana Calceta linderando con la parroquia rural de Quiroga y Membrillo, Cabecera Cantonal del Cantón Bolívar-Provincia de Manabí; longitud aproximada de 93 km desde la obra de captación en el Embalse “La Esperanza” hasta el punto de recepción la cual tiene una capacidad de almacenamiento de 445000000 m³ y el requerimiento se deriva en la siguiente tabla.

LOCALIDADES BENEFICIADAS POR PROYECTO	Ubicación (km)	Flujo Volumétrico (m ³ /d)	Coordenadas	
			E	N
Quiroga	2	1500	600731.64	9902543.03
Calceta	13	6000	592375.38	9907179.73

Tabla 8: Datos de flujo volumétrico requerido para Calceta y Quiroga

Fuente: Consultor

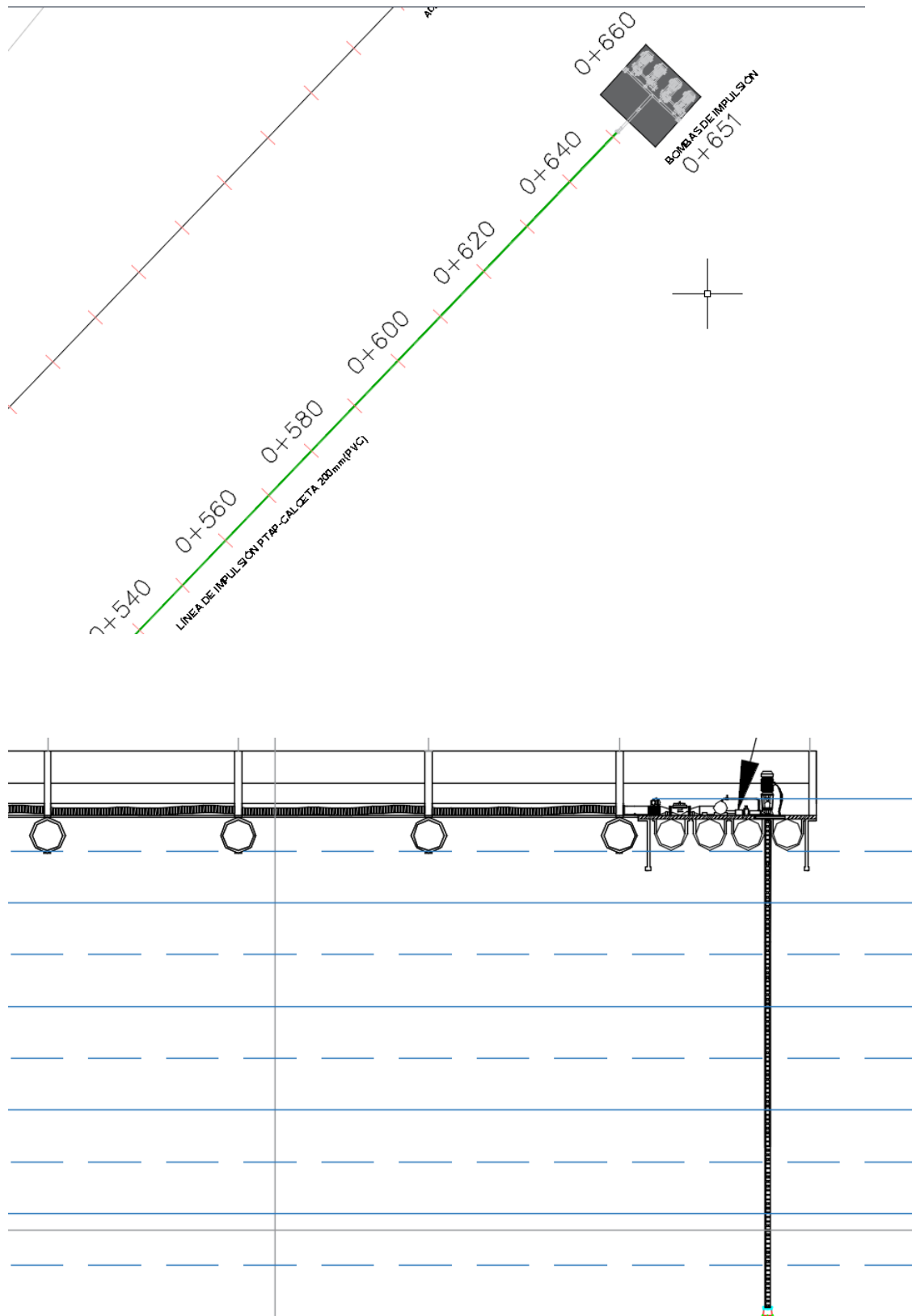
Los flujos antes indicados son referenciales, por lo cual la población beneficiada se establecerá con el catastro de usuarios predial.

4.2.9.2. TOMA O CAPTACIÓN

La captación ubicada en la represa Esperanza ubicada en Bolívar, la cual requiere un caudal de $Q = 7.500 \text{ m}^3/\text{día} - 86.81/\text{s}$ para la dotación de la propuesta, está ubicada en el punto de la captación y se encuentra en las coordenadas N: 9901477.147, E: 602926.025 y abscisa 0+650



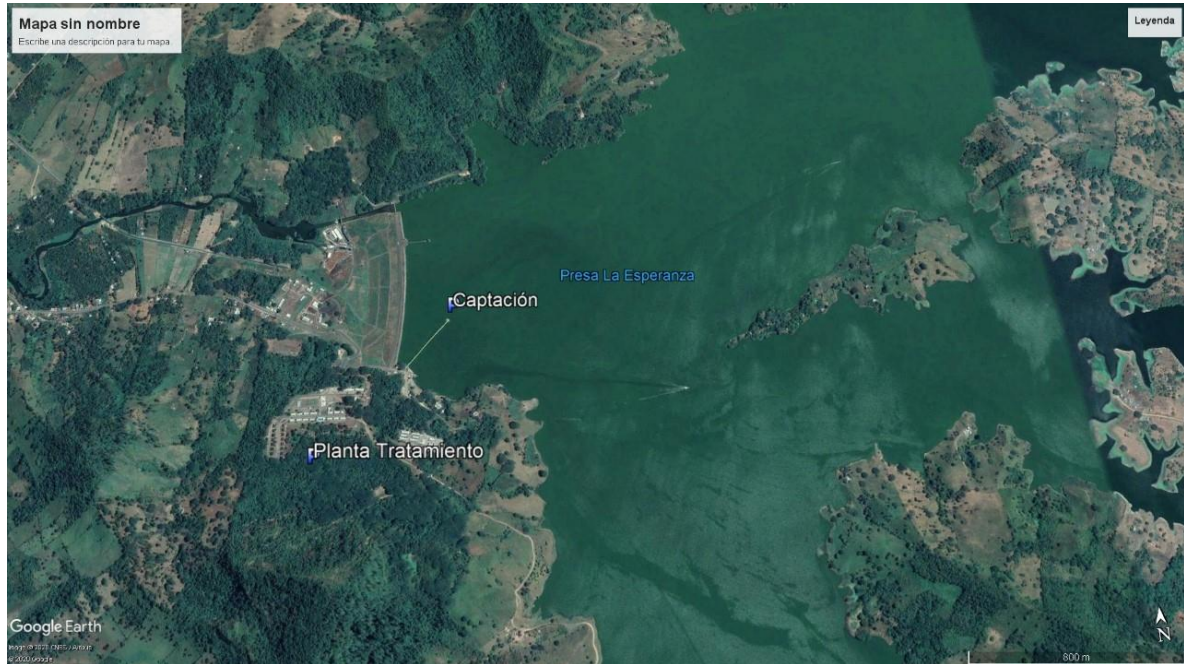
**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



Imágen 1: Vistas - (Planta - Corte) Captación
Fuente: Consultor



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"



Imágen 2: Vista en planta satelital
Fuente: Google Earth

4.2.9.3. CONDUCCIÓN

A partir del punto de toma indicado, se procede a realizar la línea de conducción hasta el sitio establecido para el tratamiento y reserva cuyo punto de referencia se ubican las coordenadas N: 9901477.147, E: 602926, que va desde la cota 60 hasta 120msnm.

Conociendo que la presión en el sitio de entrega es de 7.3 kg/cm² (73 mca), se procede a diseñar la conducción, determinándose que es necesario tener un diámetro interno de 200 mm con lo cual se obtiene una presión residual en el ingreso a la planta de tratamiento de 13.3 mca.

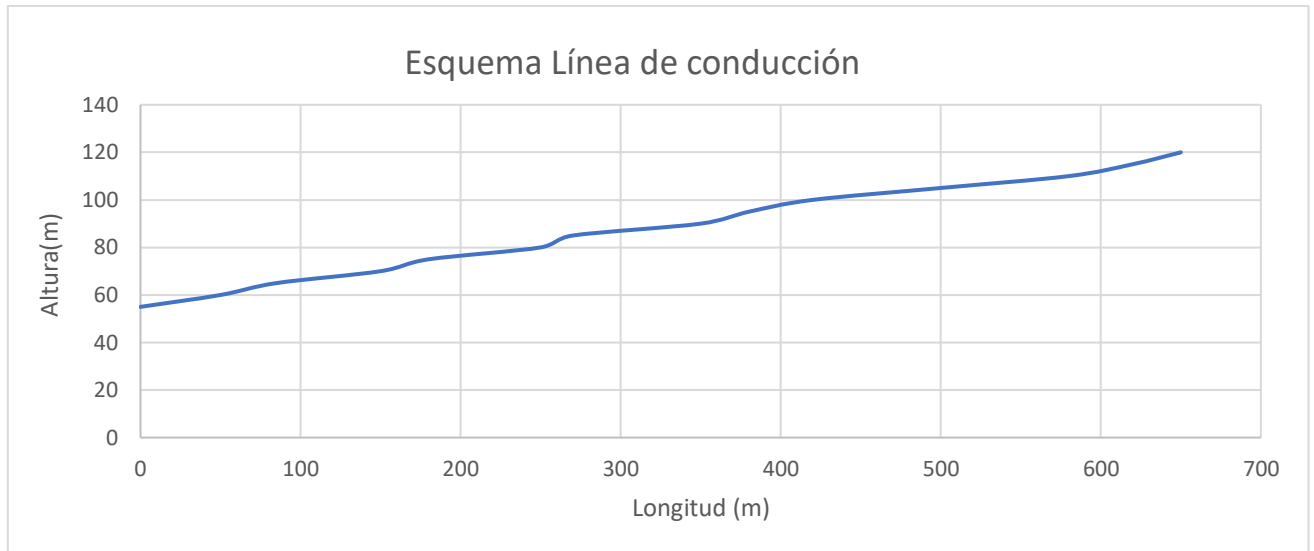
La longitud es de 645 m lineales y para este cálculo se ha incrementado en un 50% dada la topografía en contra pendiente y se requiere una ADT (altura dinámica total) de 64,90 m para su impulsión.

Se utilizarán 4 bombas centrifugas de impulsión de 40 Hp (cada una), para un bombeo constante de 24h y esta estarán adaptadas a un manifold, la cual tendrá una salida de 10 pulgadas y servirá como conducción hasta la planta de tratamiento, trabajaran consecutivamente en línea y una que servirá de reemplazo por mantenimiento.

En esquema y el cálculo hidráulico de esta línea se encuentra a continuación:



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"



Imágen 3: Esquema línea de conducción
Fuente: Consultor

DATOS		
Qmax	21,7	L/seg
	0,0217	m ³ /seg
Q de diseño	21,70	L/seg
	0,0217	m ³ /seg
Horas de bombeo	24	h
Cota	60	msnm
Temperatura	20	Grados
Coeficiente C	140	PVC

Tabla 9: Datos para el diseño de bombas
Fuente: Consultor.

TUBERIA DE IMPULSION		
K=	0,7 a 1,6	adm
	1,2	adm
D=	5,589991055	inch
TUBERIA DE SUCCION		
D=	0,192	m
	7,539	inch
D asumido=	10	inch
D real=	0,2445	m

Tabla 10: Datos para tuberías de succión e impulsión a utilizar
Fuente: Consultor.

ALTURA DINAMICA TOTAL		
Altura de velocidad		
Hv=	0,0109	m



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

Altura dinámica total		
Altura estática total min.	64	m
Altura estática total máx.	60	m
Perdida de carga		
Hf=	0,04635221	m
Perdida de Longitudes (Hl)		
Tubería 10´=	10	m
Ampliación concéntrica=	2	m
Válvula de retención=	25	m
2 codo de 10´	13,4	m
Válvula de cortina=	1,4	m
SUMATORIA Σ (Hl)	51,8	m

ADT= 64,0572 m

Tabla 11: Datos de altura dinámica total
Fuente: Consultor.

Q		Hf	Hv	Carga estática		ADT	
GPM	m3/s			Min	Max	Min	Max
	0	0	0	60	64	60	64
344,1403	0,0217	0,0464	0,4622	60	64	60,5085322	64,5085322
423,4353	0,0267	0,0681	0,5687	60	64	60,6367258	64,6367258
502,7303	0,0317	0,0935	0,6752	60	64	60,768687	64,768687
582,0253	0,0367	0,1227	0,7817	60	64	60,9043208	64,9043208
661,3203	0,0417	0,1554	0,8882	60	64	61,043548	65,043548
740,6153	0,0467	0,1917	0,9946	60	64	61,1863011	65,1863011
819,9103	0,0517	0,2314	1,1011	60	64	61,3325214	65,3325214
899,2053	0,0567	0,2745	1,2076	60	64	61,4821571	65,4821571
978,5003	0,0617	0,3210	1,3141	60	64	61,6351616	65,6351616
1057,7953	0,0667	0,3709	1,4206	60	64	61,7914931	65,7914931
1137,0903	0,0717	0,4240	1,5271	60	64	61,9511133	65,9511133

Tabla 12: Datos de Caudales, pérdidas de carga, altura dinámica total
Fuente: Consultor.



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

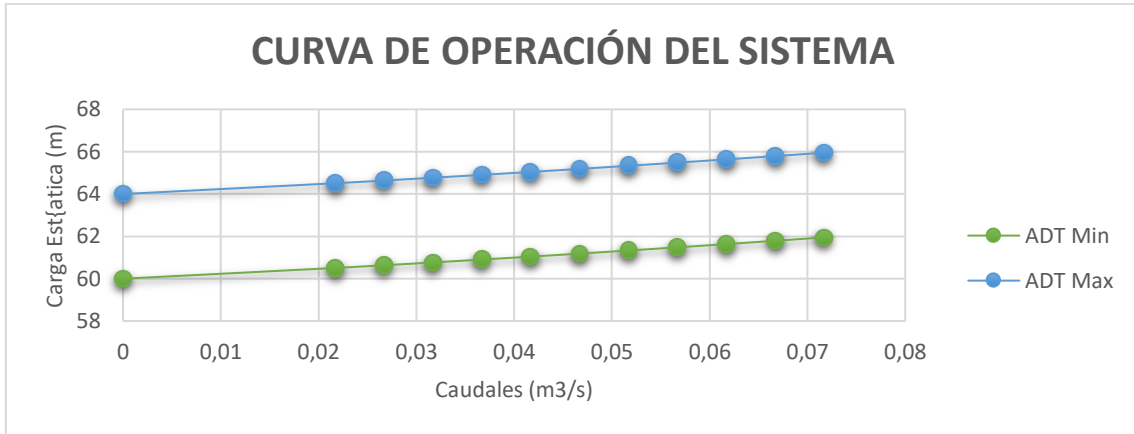


Imagen 4: Curva de operación del sistema
Fuente: Consultor

CURVA DE LA BOMBA		
Q		ADT
GPM	m ³ /s	m
200	0,012618297	93,2
280	0,017665615	89,83
400	0,025236593	80,6
582	0,036719243	64,2
680	0,042902208	49,9

Tabla 13: Curva de la Bomba
Fuente: Consultor.

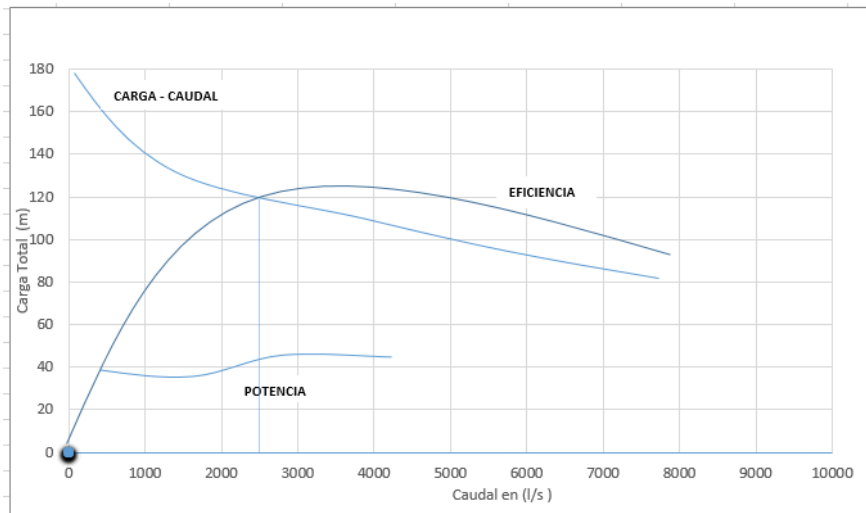
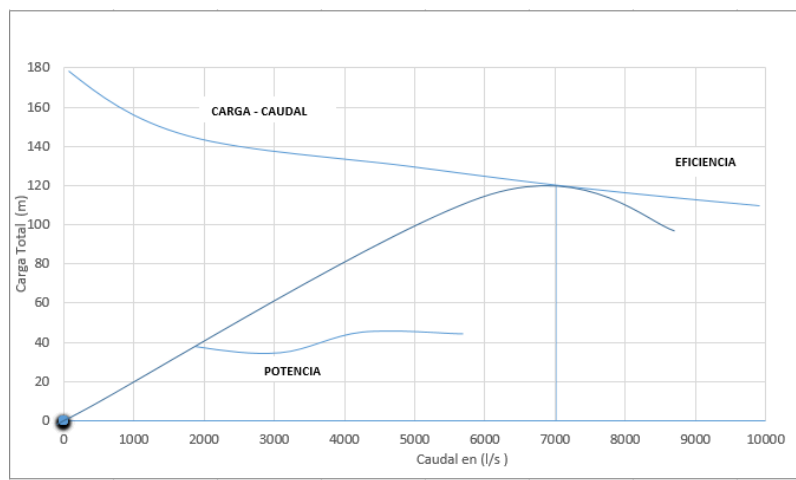
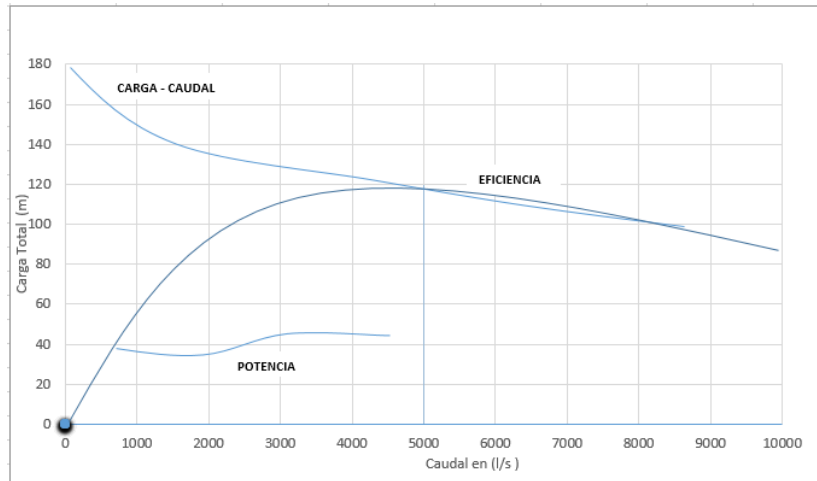


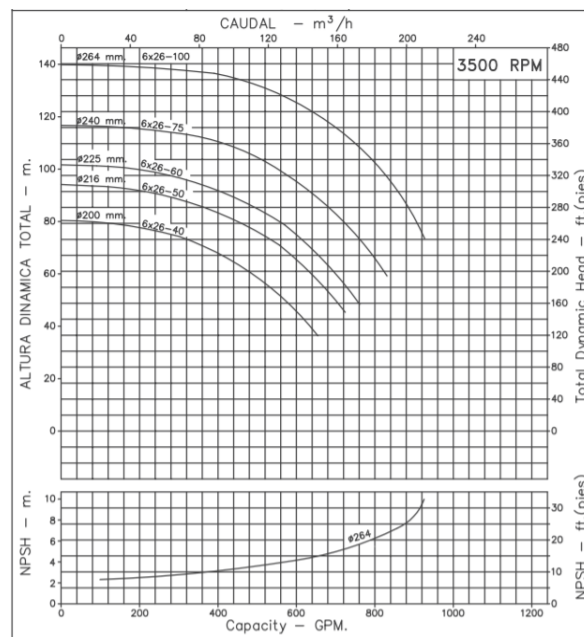
Imagen 5: Curva característica de una bomba
Fuente: Consultor



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"



Imágenes 6 : Curva característica de dos y tres bombas
Fuente: Consultor



Imágen 7: Catalogo de bomba de 40 Hp.
Fuente: Consultor



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

4.2.9.4. TRATAMIENTO

Del análisis de tratabilidad realizado por el Consultor (Imagen: Estudio de calidad de agua) es la muestra de agua de la presa La Esperanza, en el anexo se presentan los análisis efectuados durante el estudio y se determina que presenta las siguientes características físicas y químicas:

Se observa que los valores de turbiedad y color, sobrepasan los límites máximos permisibles estipulados en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108-2014, quinta revisión: Agua Potable - Requisitos, por lo tanto, para su remoción se deberá aplicar el tratamiento convencional, que consta de los procesos de coagulación - mezcla rápida, floculación - mezcla lenta, sedimentación, filtración y desinfección.

El GADM Bolívar también adjunta los análisis de laboratorio con caracterización de las aguas de la represa la Esperanza, las cuales comparadas con los resultados de los análisis realizados por esta Consultoría difieren ligeramente.

4.2.9.5. PLANTA DE TRATAMIENTO CON FILTRACIÓN RÁPIDA

La planta de tratamiento que servirá al sistema de agua potable de la ciudad de Calceta provincia Manabí se alimentará con aguas provenientes de la presa La Esperanza y tendrá **capacidad** para trabajar con un caudal de 7.500 m³/día – 86,80 l/s.

DOSIS ÓPTIMA DE COAGULANTE

- | | |
|-----------------|-------------------------|
| - Coagulante: | Policloruro de Aluminio |
| - Dosis Óptima: | 50.0 mg/L |

GRADIENTE DE COAGULACIÓN - MEZCLA RÁPIDA

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| - Tiempo óptimo de mezcla rápida: | 3 minutos (180 segundos) |
| - Velocidad de agitación: | 100 rpm |
| - Gradiente óptimo de mezcla rápida: | 140 s ⁻¹ |

GRADIENTE DE FLOCULACIÓN - MEZCLA LENTA

- | | |
|---------------------------------|------------|
| - Tiempo óptimo de floculación: | 20 minutos |
|---------------------------------|------------|



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

- Velocidad de agitación: 40 rpm
- Gradiente de velocidad: 36 s^{-1}

SEDIMENTACIÓN

- Tiempo óptimo de sedimentación: 10 minutos
- velocidad de sedimentación: 0.010 cm/s

PRODUCCIÓN DE LODOS

- Volumen de lodos, después de la sedimentación: 10.0 ml/l

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
Color	Pt – Co	5.00
Turbiedad	NTU	3.00
pH	Unidades	7.26
Alcalinidad	mg/L como CaCO_3	78.00
Hierro total	mg/L	0.04

Tabla 14: Valores de agua tratada esperados
Fuente: Consultor

4.2.9.6. LINEA DE TRATAMIENTO A DARSE

Debido a que las aguas superficiales registran grandes variaciones en su calidad es necesario emplear un tratamiento completo.

Por lo indicado, el proceso de tratamiento consta de:

- 1) Mezcla rápida, con un gradiente de velocidad elevado para trabajar con coagulación por adsorción neutralización apropiada para la filtración directa, y que permita utilizar coagulación por barrido para el tratamiento completo.
- 2) Floculación
- 3) Sedimentación de alta tasa



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

- 4) Filtración de tasa declinante y lavado mutuo.
- 5) Desinfección a base de cloro gas

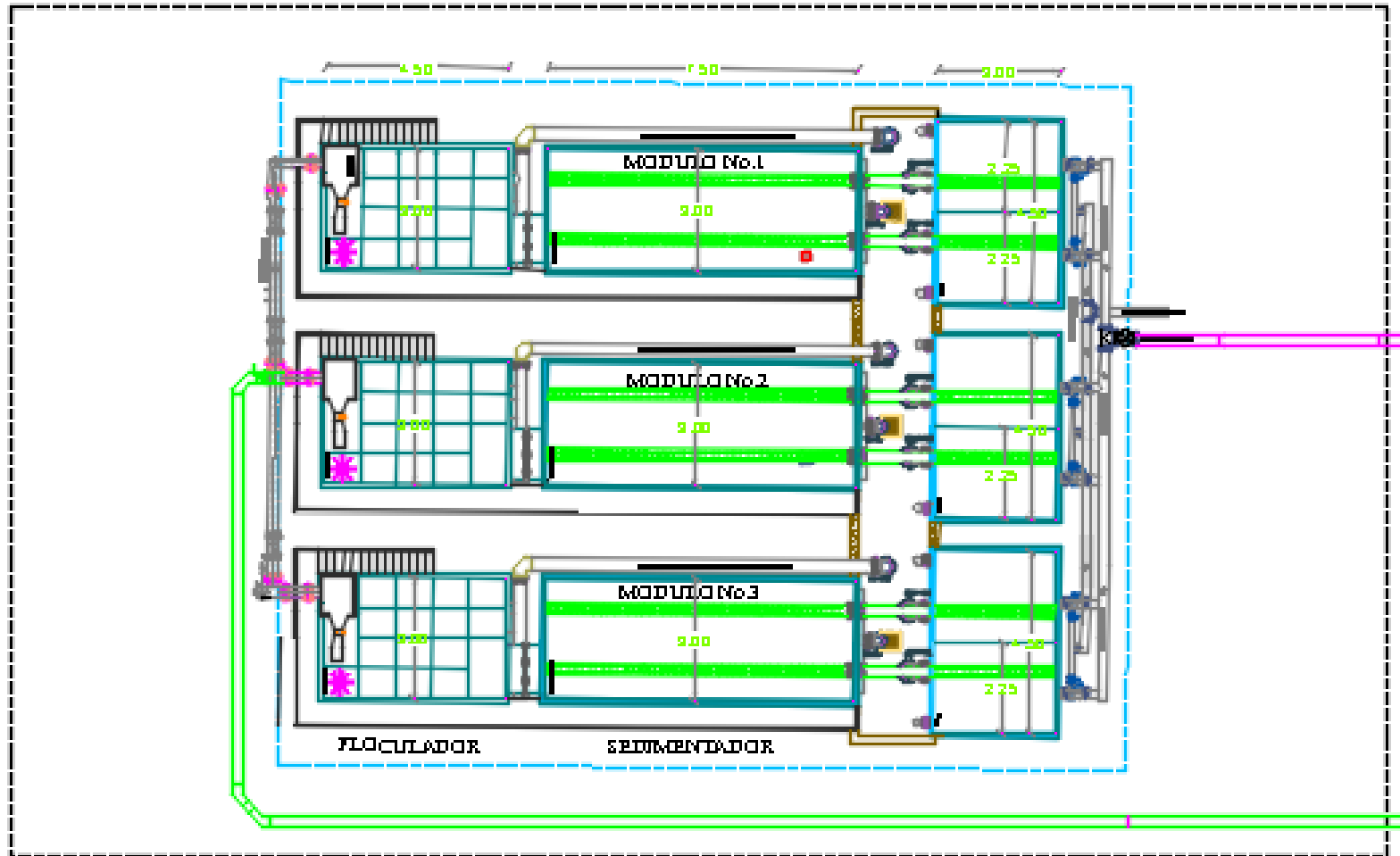
El tipo de planta de tratamiento adoptada ha sido dada por el espacio físico con que se cuenta para su implantación, siendo conveniente una planta modular que cumpla con la norma INEN 2655. Esta Consultoría para efectos de dimensionamiento y presupuesto ha solicitado a la empresa ecuatorianas especialistas en plantas paquetes, proponga su cotización, de la cual se tiene el diseño hidráulico y demás especificaciones técnicas de la planta de tratamiento, la misma que se encuentran como anexos a esta memoria técnica.

Un esquema de la planta de tratamiento propuesta en planimetría y perfil se encuentra a continuación:



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA,
CANTÓN BOLÍVAR"**

LINEA DE CUBIERTA

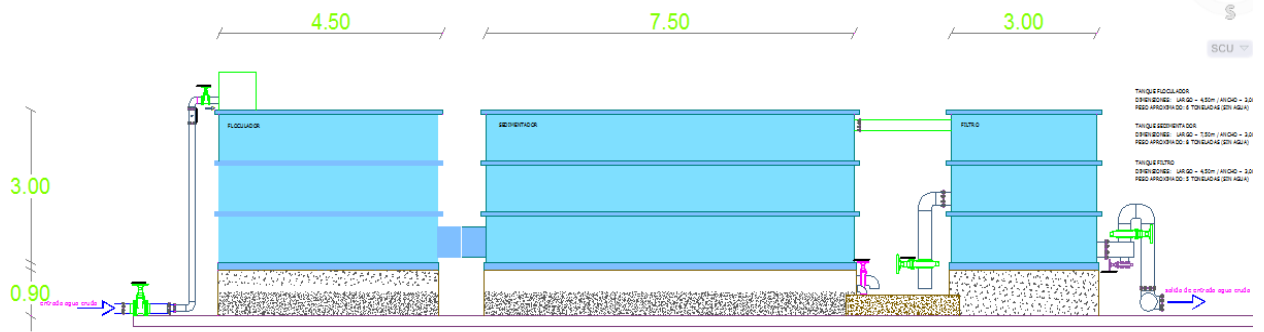


Imágen 7: Vista superior, planta de tratamiento modular

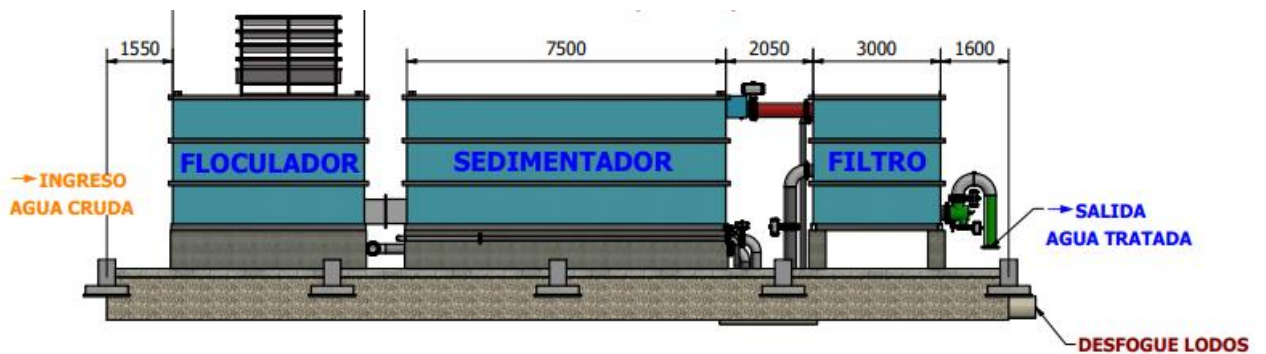
Fuente: Consultor



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"



Imágen 8: Vista en corte, planta de tratamiento modular 2D
Fuente: Consultor



Imágen 9: Vista en corte, planta de tratamiento modular 3D
Fuente: Consultor

PLANTA Y PERFIL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

TANQUE FLOCULADOR

DIMENSIONES: LARGO = 4,50m / ANCHO = 3,00m / ALTO = 3,00m
PESO APROXIMADO: 6 TONELADAS (SIN AGUA)

TANQUE SEDIMENTADOR

DIMENSIONES: LARGO = 7,50m / ANCHO = 3,00m / ALTO = 3,00m
PESO APROXIMADO: 8 TONELADAS (SIN AGUA)

TANQUE FILTRO

DIMENSIONES: LARGO = 4,50m / ANCHO = 3,00m / ALTO = 3,00m
PESO APROXIMADO: 5 TONELADAS (SIN AGUA)



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

4.2.9.7. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DISEÑO HIDRÁULICO DE LA PLANTA POTABILIZADORA MODULAR COMPACTA DE AGUA DE 7500 m³/día

La planta potabilizadora Modular Compacta de Q= 7500m³/día debe cumplir lo siguiente:

4.2.9.7.1. NORMATIVIDAD.

Todos los cálculos y diseños contemplados en este aparte estarán regidos por las recomendaciones dadas en el REGLAMENTO TECNICO IEOS y las normas técnicas ecuatorianas INEN 2655 - INEN 1108.

4.2.9.7.2. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Conforme a lo expuesto anteriormente, se pretende la implementación de un sistema que resulte económico tanto en la etapa constructiva, como en la etapa operativa, igualmente que brinde efectividad en el proceso de potabilización.

Para asegurar la eliminación total de color, hierro, nitritos y nitratos, se recomienda la instalación de un proceso convencional de potabilización:

- Regulación y control de caudal
- Oxigenación dinámica
- Coagulación tipo PARSHALL con control de caudal incluido mediante regleta
- Mezcla lenta mecánica
- Floculador de flujo vertical
- Pre sedimentador (ecualizador)
- Sedimentador de alta taza (MODULOS DE ABS)
- Filtro rápido descendente, con estabilizador de nivel
- Desinfección.



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

4.2.9.8. DESCRIPCIÓN GENERAL PROCESO DE POTABILIZACIÓN

4.2.9.8.1. OXIGENACIÓN

En purificación y tratamiento de aguas se entiende por oxigenación el proceso mediante el cual se inyecta oxígeno al agua, con el propósito de modificar las concentraciones de sustancias volátiles contenidas en ella. En resumen, es el proceso de introducir aire al agua. Las funciones más importantes son:

- Transferir oxígeno al agua para aumentar el oxígeno disuelto (OD).
- Disminuir concentración de CO₂.
- Disminuir la concentración de H₂S.
- Remover gases como metano, cloro y amoníaco.
- Oxidar hierro y manganeso.
- Remover compuestos orgánicos volátiles.
- Remover sustancias volátiles productoras de olores y sabores.

En sistemas de potabilización se agrega oxígeno para la remoción de hierro y manganeso, principalmente.

La oxigenación cumple sus objetivos de purificación del agua mediante el arrastre o barrido de las sustancias volátiles causadas por la mezcla turbulenta del agua con el aire y por el proceso de oxidación de los metales y los gases. El agua oxigenada es más agradable al paladar; la aireación reduce el nivel de CO₂ hasta unos 4.50 mg/L, pero la corrosión solo se previene si la alcalinidad del agua excede de 100 mg/L.

Los oxigenadores, utilizados comúnmente en potabilización de agua, son las toberas, cascadas, canales inclinados, aireadores de bandejas o torres de aireación y los oxigenadores mediante sistema Venturi que es diseño sugerido para esta planta de tratamiento.

4.2.9.8.2. COAGULACIÓN Y MEZCLA RÁPIDA

Se debe incluir el suministro e instalación de una estructura que cumpla dos funciones: Medir el caudal que ingresa al sistema de tratamiento con el fin de regular al caudal de



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

entrada y garantizar un gradiente de velocidad o resalto hidráulico, que garantice una óptima dilución de una solución química coagulante con la totalidad del caudal a tratar.

En el agua encontramos material suspendido mayor o menormente dispersos y en gran porcentaje coloides, cada partícula se encuentra estabilizada por cargas eléctricas negativas sobre superficie.

La coagulación desestabiliza estos coloides al neutralizar las fuerzas que los mantiene separados.

El potencial Z es una medida de estas fuerzas coloides. Este se encuentra entre -14 y -30 mili volts. A medida que disminuye, las partículas pueden aproximarse cada vez más, aumentando la posibilidad de una colisión.

En un sistema convencional de clarificación, con un pH de 6-8, los coagulantes proporcionan las cargas positivas para reducir la magnitud de potencial Z. La coagulación se presenta, de ordinario, a un potencial Z que es aun negativo, pues si se añade demasiado coagulante la partícula se cargara positivamente y volverá a dispersarse.

Los coagulantes que pueden emplearse son los coagulantes metálicos y los polímeros orgánicos e inorgánicos. Los coagulantes metálicos pueden ser de tres tipos: sales de aluminio, sales de hierro y compuestos varios, como el carbonato de magnesio. Los coagulantes con sales de aluminio son el sulfato de aluminio, sulfato de aluminio amoniacal y aluminato de sodio. Los coagulantes con sales de hierro son el cloruro férrico, el sulfato férrico y el sulfato ferroso. Para la dosificación en la coagulación por adsorción-neutralización debe tenerse en cuenta la relación estequiometria entre la dosis del coagulante y la concentración de los coloides, ya que, como se había mencionado, una sobredosis conduce a una re estabilización de las partículas. Para aguas con bajo nivel de alcalinidad, se recomienda aumentar el pH añadiendo hidróxido de calcio (Ca(OH)_2).

En la selección del coagulante, debe tenerse en cuenta su facilidad de adquisición, almacenamiento, manejo, seguridad y dosificación. No deben usarse aquellos productos fácilmente deteriorables o que requieran condiciones muy específicas para su manejo y conservación. Dentro de la amplia gama de coagulantes, debe escogerse aquel que no vaya a tener efectos nocivos sobre la calidad física, química o biológica del agua tratada y que represente un afecto favorable sobre el tamaño del floculo y sobre la velocidad de asentamiento.



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

Teniendo en cuenta las razones expuestas anteriormente, se recomienda la utilización de sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14 H_2O$ con algún auxiliar de coagulación.

4.2.9.8.3. MEZCLA LENTA MECÁNICA

El mezclador mecánico tiene como objetivo realizar un segundo paso de coagulación, la coagulación es el proceso más importante en una planta de filtración rápida, de ella depende la eficiencia de todo el sistema.

No importa que los demás procesos siguientes sean muy eficientes; si la coagulación es defectuosa, la eficiencia final del sistema es baja. La eficiencia de la coagulación depende de la dosificación y de la mezcla rápida.

4.2.9.8.4. FLOCULACIÓN

Para completar la adición del coagulante, se requiere del mezclado para destruir la estabilidad del sistema coloidal. Para que las partículas se aglomeren, deben chocar y el mezclado promueve la colisión. Un mezclado de gran intensidad que distribuya al coagulante y promueva colisiones rápidas, es de los más efectivos.

También son importantes la frecuencia y el número de colisiones entre las partículas. La floculación es estimulada por un mezclado lento que junta poco a poco los flóculos; un mezclado intenso los rompe y raramente se vuelven a formar en tamaño y fuerza óptimos. Existen floculadores hidráulicos y mecánicos. Estos últimos se prefieren utilizar en sistemas de complejidad alta dada su operatividad. En general, los floculadores hidráulicos tienen buena acogida en plantas donde además de buena eficiencia, se tenga un grado bajo de operatividad dada su sencillez de funcionamiento y mantenimiento. Dentro de estos, el de flujo vertical, tiene como valor agregado el de representar una menor área. Al momento de diseñarse, se debe tener en cuenta el gradiente de velocidad para evitar la sedimentación en el comportamiento. Se recomienda velocidades entre 0.20 m/s a 0.60 m/s.

4.2.9.8.5. PRE SEDIMENTACIÓN

Una vez que el agua ha sido mezclada y el coagulante realizó su trabajo de formación de flocs y previo al ingreso del área de sedimentación, es necesario ecualizar la velocidad de



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

ingreso a esta acamara con velocidades menores a fin de no destruir el floc y lograr una excelente precipitación de los mismos a las cámaras de evacuación de lodos

4.2.9.8.6. SEDIMENTACIÓN

La sedimentación es la eliminación de sólidos suspendidos en el agua por asentamiento gravitacional. Los sedimentadores por gravedad tiene tres componentes: unidades de contacto de sólidos, cámara de llegada y asentadores de planos inclinados.

Los separadores de flóculos han ofrecido una solución a los problemas de cortocircuito y torbellinos en muchos sedimentadores por gravedad. En las unidades hechas de módulos para su instalación en diversos diseños de sedimentadores, añaden al flujo suficiente resistencia por fricción para uniformar el patrón hidráulico y eliminar estos problemas.

En la mayor parte de los sedimentadores por gravedad, la profundidad media a través de la cual deberán caer las partículas de lodo no debe ser inferior a 1.50 m. el tiempo requerido por el lodo para recorrer esta distancia es un factor crítico que limita la capacidad del sedimentador. Dos modificaciones semejantes al diseño estándar de clarificadores por gravedad reducen la distancia de caída, hasta una décima parte, aumentando la velocidad efectiva de levantamiento y reduciendo radicalmente el espacio requerido para la clarificación. Estas son el asentador de tubo y el separador de lámina, clasificados como asentadores de plano inclinado.

El llamado módulo de sedimentación, consiste en una serie de tubos inclinados, con sección transversal circular, cuadrada o hexagonal, cuya entrada se conecta a la cámara de floculación y la salida generalmente conduce a un proceso de filtración. El ángulo de inclinación está determinado por el rendimiento que desee obtenerse. Analíticamente se deduce que el ángulo óptimo de inclinación es de 60° con la horizontal. Lo afectan la concentración y la naturaleza de los sólidos.

4.2.9.8.7. FILTRACIÓN

En la actualidad los filtros más usados en las plantas de tratamiento es el de arena que trabaja con flujo descendente.

Esencialmente consta de un tanque rectangular, en el cual se colocan los lechos de arena y grava sobre un sistema adecuado de drenaje, El flujo pasa de la parte superior a los



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

drenes del fondo atravesando el medio filtrante. Al cabo de cierto número de horas de servicio el filtro se obstruye, se hace necesario lavarlo invirtiendo el sentido del flujo, por medio del agua que se inyecta a presión en los drenes y se recoge en las canaletas de lavado colocadas sobre la superficie de la arena, esta operación suele durar entre 3 a 15 minutos después de la cual el filtro vuelve a su operación normal. La filtración por lo general, aplicable en la eliminación de sólidos suspendidos en el intervalo de 5 a 50 mg/L, cuando se desea un afluente con una turbidez < 1 UNT.

Un filtro dual o bi capa, es una respuesta para proporcionar una filtración de gruesa a fina es un flujo descendente. Los dos materiales seleccionados tienen distinto tamaño de grano y diferente peso específico.

4.2.9.8.8. DESIFECCIÓN

Entre los procesos de desinfección que pueden realizarse esta la cloración, ozonificación, desinfección con dióxido de cloro, con rayos ultravioleta entre otros procesos.

Es indiscutible que se debe preferir siempre el método que provea además de una eficiencia garantizada, una operación sencilla u ajustable al medio. Es por eso que en este caso se prefiera el uso de la cloración, y más puntualmente el uso del hipoclorito de sodio, cuyo uso extendido representa una ventaja en cuanto a consecución y costo. Además, es de fácil manejo, no es tóxico a menos que sea ingerido, de fácil transporte, no requiere de equipos sofisticados para su aplicación.

Básicamente podemos considerar dos tipos de reacciones del cloro en el agua que se producen en el siguiente orden:

Las de hidrólisis: al agregar cloro al agua, lo primero que ocurre es que este se hidroliza para producir ácido hipocloroso HOCl. A estos compuestos se les llama cloro libre el cual es un desinfectante muy activo.

Las de oxidación – reducción: a contaminación se produce una reacción de oxidación – reducción en donde el cloro se combina con el nitrógeno amoniacal para producir cloraminas, a las cuales se les llama también cloro combinado utilizable.

Cualquiera sea el nivel de complejidad, la determinación de la dosis de desinfectante con la cual debe operar la planta de tratamiento y el dimensionamiento de los distintos componentes de la misma debe hacerse por el método concentración-tiempo.



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

Este método parte del principio de que la concentración "C" de desinfectante aplicado (cloro libre) multiplicada por el tiempo de detención "t" desde que se aplica dicha dosis hasta que se consume agua, es igual a una constante "K", o sea que $Ct=K$. Los valores de esa constante K están dados en función de la temperatura y pH del agua, según sea la eficiencia del tratamiento que se le dé a este en los procesos previos a la desinfección (sedimentación y filtración) en los que se remueve un cierto porcentaje de organismos patógenos, que en algunos casos puede llegar hasta el 99%.

Sin embargo, entre más organismos patógenos pasen en los procesos previos, en especial cuando son virus y protozoarios (Amibas, Giardias, Cristosporidium) más alta debe ser la dosis empleada, dado que estos son muy resistentes a los desinfectantes usuales, sobre todo cuando están en presencia de concentraciones relativamente altas de partículas (turbiedad mayor de 1.0 UNT) que los encapsulan y protegen de la acción germicida de los mismos.

4.2.9.9. DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.

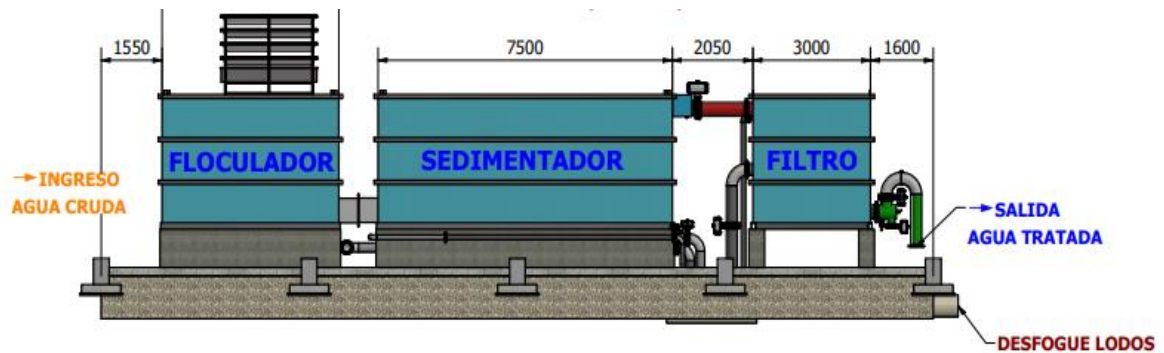
4.2.9.9.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

La Planta potabilizadora de 7.500 m³/día, realizará en forma continua y simultánea las operaciones de:

1. Regulación y control de caudal
2. Oxigenación dinámica
3. Coagulación tipo PARSHALL con control de caudal incluido mediante regleta
4. Mezcla lenta mecánica
5. Floculador de flujo vertical
6. Pre sedimentador (ecualizador)
7. Sedimentador de alta taza (MODULOS DE ABS)
8. Filtro rápido descendente, con estabilizador de nivel

"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

9. Desinfección.



Imágen 10: Vista en corte, planta de tratamiento modular 3D

Fuente: Consultor

4.2.9.10. PROCESOS Y CARACTERÍSTICAS QUE DEBE CUMPLIR LA PLANTA

4.2.9.10.1. REGULACIÓN Y CONTROL DE CAUDAL

Sistema de bloqueo y control de caudal de ingreso de agua cruda hacia la Planta de Tratamiento, este sistema está conformado por:

- Válvula mariposa
- Válvula de regulación de flujo tipo compuerta



Definición de Coeficiente de Caudal



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

Cuando el flujo pasa a través de una válvula u otro dispositivo restrictivo pierde una energía. El **coeficiente de caudal** es un factor de diseño que relaciona la diferencia de altura (Δh) o presión (ΔP) entre la entrada y salida de la válvula con el caudal (Q).

$$Q = K \cdot \sqrt{\frac{\Delta P}{SG}}$$

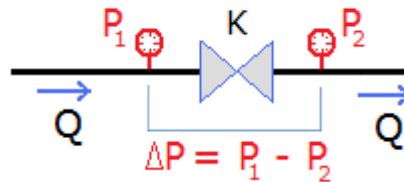
(Líquidos)

Q: Caudal

ΔP : Diferencia de presión

Sg: Gravedad específica (1 para agua)

K: Coeficiente de caudal Kv o Cv



Cada válvula tiene su propio coeficiente de caudal. Éste depende de cómo la válvula ha sido diseñada para dejar pasar el flujo a través de ella. Por consiguiente, las mayores diferencias entre diferentes coeficientes de caudal provienen del tipo de válvula, y naturalmente de la posición de obertura de la válvula.

Puede ser importante conocer el coeficiente de caudal para poder seleccionar la válvula que se necesita en una específica aplicación. Si la válvula va a estar la mayor parte del tiempo abierta, posiblemente interesará elegir una válvula con poca pérdida de carga para poder ahorrar energía. O si se trata de una válvula de control, el rango de coeficientes de caudal en las diferentes posiciones de obertura tendría de permitir cumplir las necesidades de regulación de la aplicación.

En igualdad de flujo, contra mayor es el coeficiente de caudal, las pérdidas de carga a través de la válvula son menores. La industria de las válvulas ha estandarizado el coeficiente de caudal (K). Este se referencia para agua a una determinada temperatura, y unidades de caudal y diferencia de presión también específicas. Un mismo modelo de válvula tiene un coeficiente de caudal (K) distinto para cada diámetro.



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

Kv es el coeficiente de caudal en unidades métricas. Se define como el caudal en metros cúbicos por hora [m³/h] de agua a una temperatura de 16° Celsius con una caída de presión a través de la válvula de 1 bar.

Cv es el coeficiente de caudal en unidades imperiales. Se define como el caudal en galones US por minuto [gpm] de agua a la temperatura de 60° fahrenheit con una caída de presión a través de la válvula de 1 psi.

$$Kv = 0.865 \cdot Cv$$

$$Cv = 1,156 \cdot Kv$$

Referencias de Coeficientes de Caudal

Agua (1000kg/m³) como densidad de referencia para calcular equivalencia entre C y Cv

KV

Tipo de válvula	Coeficiente de Caudal (válvula toda abierta)			Referencia
	C	Cv	Kv	
	[-]	[gpm] [psi]	[m ³ /h] [bar]	
<u>Válvula Anular</u>	÷	÷	÷	-
<u>Válvula de Bola</u>	4.7	5100	4370	Jamesbury series 9000 full bore 6" dn
<u>Válvula de Mariposa</u>	÷	÷	÷	-
<u>Válvula de Diafragma (Weir)</u>	0.64	690	597	ITT Dia-Flo Plastic Lined 6" dn
<u>Válvula de Diafragma (Straightway)</u>	1.3	1400	1211	ITT Dia-Flo Plastic Lined 6" dn
<u>Válvula de Compuerta</u>	2.67	2484	2873	FNW valve class 150 6" dn
<u>Válvula de Globo</u>	÷	÷	÷	-
<u>Válvula de Cono Fijo</u>	0.86	3700	3200	Henry Platt 12" dn
<u>Válvula de Aguja</u>	÷	÷	÷	-
<u>Válvula tipo "macho"</u>	÷	÷	÷	-
<u>Válvula tipo Pinch</u>	÷	÷	÷	-
<u>Válvula de retención Duck-Bill</u>	1.0	4300	3700	EVR CPF/CPO 300mm dn
<u>Válvula Esférica</u>	÷	÷	÷	-
<u>Válvula de retención Tilting disc</u>	0.93	1160	1003	Val-matic 6" dn



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

Tabla 15: Coeficientes Cv de valvulas
Fuente: Consultor

4.2.9.10.2. OXIGENADOR DINÁMICO MEDIANTE ENERGÍA HIDRÁULICA

Equipo ubicado en la línea de ingreso de agua, el mismo que trabajara con una presión de trabajo mínimo de 10 PSI, el oxigenador deberá insuflar aire del ambiente hacia el agua de manera forzada.



Imagen 11: Oxigenador
Fuente: Consultor

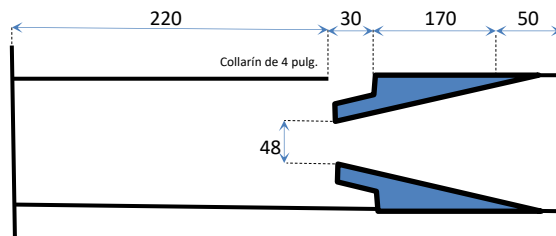


Imagen 12: Oxigenador
Fuente: Consultor

$$S = \pi \times r^2$$

$$S = 2,4 \times 2,4 \times 3.14$$

$$S = 18,08 \text{ cm}^2$$

$$Q_{\text{min}} = S \text{ cm}^2 \times 0,7$$

$$Q_{\text{min}} = 18,08 \times 0,7$$

$$Q_{\text{min}} = 12,65 \text{ l/seg}$$



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

$$Q_{\max} = Q_{\min} \times 2,6$$

$$Q_{\max} = 12,65 \times 2,6$$

$$Q_{\max} = 32,89 \text{ l/seg}$$

4.2.9.10.3. MEZCLA RÁPIDA Y COAGULACIÓN TIPO "CANALETA PARSHALL"

Se propone como estructura de aforo y medición de caudal, una Canaleta Parshall, como se detalla a continuación:

La canaleta Parshall cumple un doble propósito en las plantas de tratamiento de agua, de servir de medidor de caudales y en la turbulencia que se genera a la salida de la misma, servir de punto de aplicación de coagulantes. Es uno de los aforadores críticos más conocidos, introducida en 1920 por R.L. Parshall. En la Figura se muestra esquemáticamente la canaleta, la cual consta de una contracción lateral que forma la garganta (W), y de una caída brusca en el fondo, en la longitud correspondiente a la garganta, seguida por un ascenso gradual coincidente con la parte divergente. El aforo se hace con base en las alturas de agua en la sección convergente y en la garganta, leída por medio de piezómetros laterales.

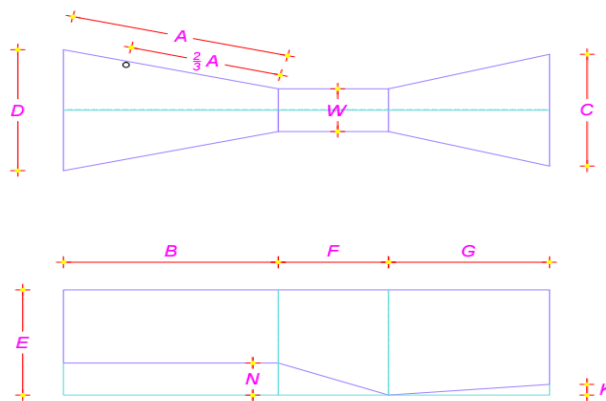


Imagen 13: Canal Parshall

Fuente: Consultor

La canaleta no debe trabajar ahogada, o sea que la relación H_b/H_a no exceda los siguientes valores.

Ancho de garganta

Máxima sumergencia (H_b/H_a)

"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

7.5 (3")	a	22.9 (9")	0.6
30.5 (1')	a	244 (8')	0.7
305 (10')	a	1525 (50')	0.8

Tabla 16: Dimensiones canaleta canal Parshall

Fuente: Consultor

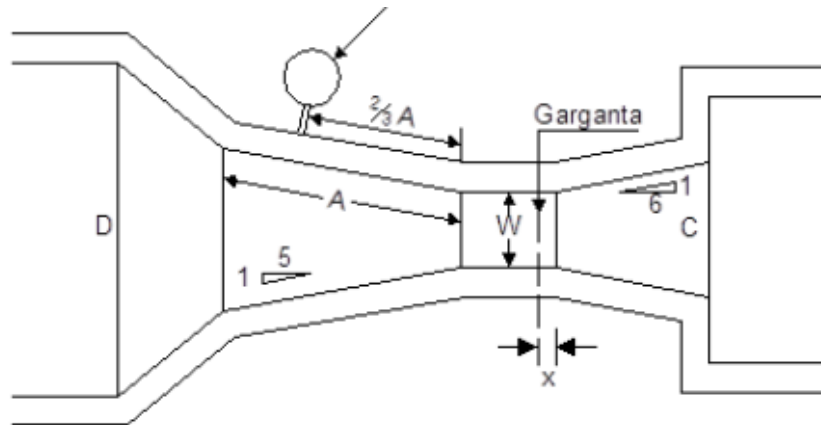


Imagen 14: Vista en planta canal Parshall

Fuente: Consultor

CAUDALIMETRO HIDRÁULICO POR FLOTACIÓN

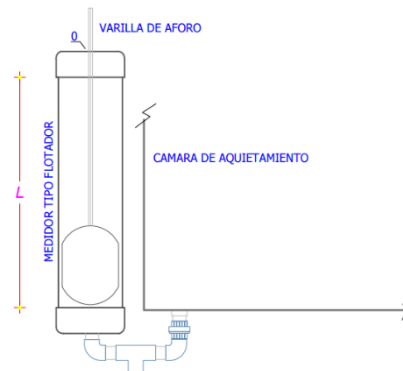


Imagen 15: Caudalímetro hidráulico

Fuente: Consultor

DIMENSIONES DEL CAUDALIMETRO POR FLOTACION	
MODELO DE CANALETA PARSHALL	DIMENSION "L"
6"	300mm < 30 LITROS POR SEGUNDO

Tabla 17: Dimensiones del caudalímetro por Flotación

Fuente: Consultor



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

Determinación del ancho de garganta:

Para un $Q = 0.027\text{m}^3/\text{s}$ (27 L/s) se tiene un ancho de garganta $W = 6'' = 0.152\text{ m} < 0.3\text{ m}$, OK CUMPLE.

DIMENSIONES DE LA CANALETA PARSHALL												
(medidas en centímetros)											Litros / sg	
	W	A	2/3 A	B	C	D	E	F	G	K	N	CAUDALES
6''	15.24	62.5	41.50	61	39.7	40	60	30.5	46	7.6	11.4	1.53 - 116

Tabla 18: Dimensiones Canal Parshall

Fuente: Consultor

4.2.9.10.4. DIMENSIONES

Exponente : n	1,58		-
Coefficiente: k	0,381		-
Long. paredes sección convergente	A	0,625	m
Longitud sección convergente	B	0,610	m
Ancho de la salida	C	0,397	m
Ancho entrada sección convergente	D	0,400	m
Profundidad total	E	0,600	m
Longitud de la garganta	F	0,305	m
Longitud de la sección divergente	G´	0,460	m
Long. Paredes sección divergente	K´	0,760	m
Dif. de elevac entre salida y cresta	N	0,114	m

Tabla 19: Dimensiones Canal Parshall

Fuente: Consultor

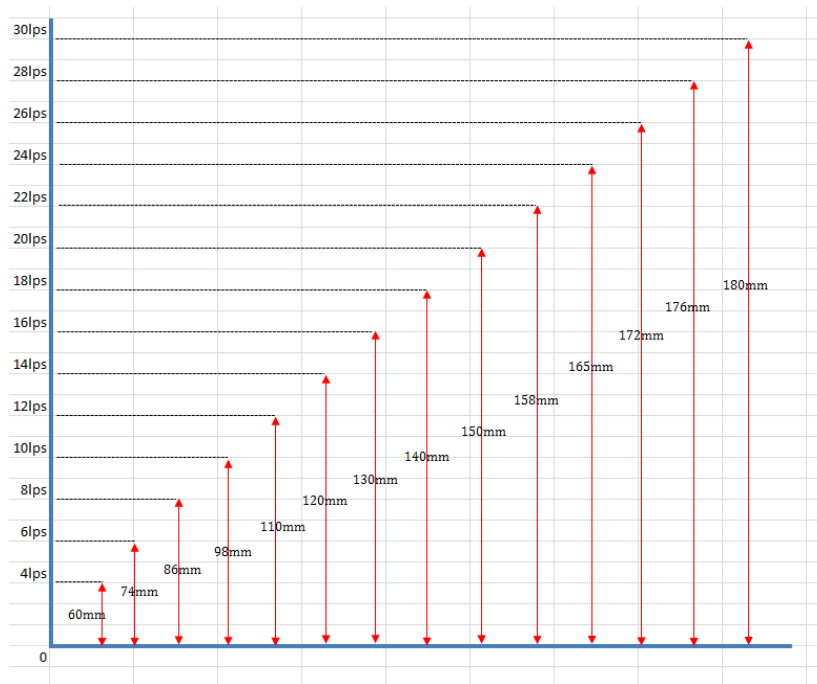
La canaleta Parshall debe disponer de los siguientes componentes:

- Regulador



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

- Cámara de quietamiento
- Medidor de caudal mediante medidor - flotador de vasos comunicantes.
- Zona de inyección de químicos y coagulación
- Mecanismo de regulación de nivel de resalto hidráulico



Imágen 16: Altura para verificación de caudal
Fuente: Consultor

Accesorios:

Regulador

Cámara de quietamiento

Medidor de caudal mediante medidor - flotador de vasos comunicantes.

Zona de inyección de químicos y coagulación

Mecanismo de regulación de nivel de resalto hidráulico

Material: Acero Inoxidable Grado 304



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

4.2.9.10.5. MEZCLA LENTA MECÁNICA

La planta dispondrá de un sistema mecánico de mezcla lenta, mediante un motor reductor de 1 HP y velocidad variable controlada electrónicamente de 1 a 30 RPM con eje de acero inoxidable y dos turbinas de acero inoxidable de 8 paletas c/u.

Velocidad de agitación	1 – 30 rpm
Gradiente de velocidad	101s ⁻¹
Tiempo de mezcla	60 segundos



Imagen 17: Mezclador mecánico

Fuente: Consultor

4.2.9.10.6. FLOCULADOR DE FLUJO VERTICAL

CÁLCULOS HIDRÁULICOS DEL FLOCULADOR

Uno de los principales parámetros de diseño del floculador es el tiempo de retención y las velocidades en cada compartimiento, a fin de lograr la formación rápida de los flocs y no permitir en este proceso la precipitación o flotación de los mismos.

TAMAÑO DEL FLOCULADOR

Largo:	4,50m
Ancho:	3,00m
Alto:	3,00m



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

VOLUMEN: 4,50m x 3,00m x 3,00m = 40,50m³

TIEMPO DE PERMANENCIA TOTAL:

$$t = \frac{\text{Vol}}{Q} = \frac{40.50\text{m}^3}{0.027\text{m}^3/\text{s}} = 1.500\text{seg} \sim 25\text{minutos}$$

NORMA: El tiempo de permanencia ideal va desde los 22 a 27 minutos, por lo cual el diseño cumple.

TAMAÑO DE CADA COMPARTIMIENTO DEL FLOCULADOR

Largo: 0.75m

Ancho: 0.75m

Alto: 3,00m

VOLUMEN: 0.75m x 0.75m x 3,00m = 1.68m³

TIEMPO DE PERMANENCIA EN CADA COMPARTIMIENTO:

$$t = \frac{\text{Vol}}{Q} = \frac{1.6875\text{m}^3}{0.027\text{m}^3/\text{s}} = 62.5\text{seg} \sim 1.04\text{minutos}$$

NORMA: El tiempo de permanencia ideal va desde los 1 a 1.2 minutos, por lo cual el diseño cumple.

VELOCIDAD DEL AGUA:

Qm³/s = 27lps = 0.027m³/s

Sm² = 0.56 m²

$$\text{Vel} = \frac{\text{Qm}^3/\text{s}}{\text{Sm}^2} = \frac{0.027}{0.56} = 0.0482\text{m} \sim 48,21\text{mm}$$

NORMA: La velocidad ideal del flujo a fin de no romper el floc va desde los 45 a los 55 mm/s, por lo tanto el diseño cumple este parámetro



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

CÁMARA DE PRE-SEDIMENTACION SECUNDARIA (ECUALIZADOR)

Pre-sedimentador secundario para ecualizar la velocidad de ingreso de agua al sedimentador.

- Purgas de evacuación de lodos de 4"
- Tubería colectora de 4" , matriz de 6", de tubería de vapor de agua sin costura de cedula 20

Volumen de Cámara de pre sedimentación

$$Vol. = L \times A \times H$$

$$Vol. = 0,38 \times 3 \times 3$$

$$Vol. = 3,42 \text{ m}^3$$

Tiempo de Permanencia en el pre sedimentador

$$T = \frac{\text{Volumen}}{\text{Caudal}}$$

$$T = \frac{3,42 \text{ m}^3}{0.027}$$

$$T = 126.6 \text{ segundos} = 2,11 \text{ minutos}$$

$$\text{Velocidad} = \frac{Q}{S}$$

$$\text{Sección} = 0,38 \times 3 = 1,14$$

$$\text{Velocidad} = \frac{0.027}{1.14}$$



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

Velocidad = 23,68 mm/seg.

4.2.9.10.7. SEDIMENTACIÓN DE ALTA TAZA

Sedimentador de flujo ascendente con velocidad ecualizada de 1,2mm/s, con sistema recolector de lodos con pantallas colocadas a 60 grados, y evacuación de lodos con aprovechamiento de carga hidráulica.

CÁLCULOS HIDRÁULICOS DEL SEDIMENTADOR

Para una eficaz sedimentación se considera una velocidad ascensional de 1.2 a 1.4 mm/s apoyado por seditubos de ABS cuya función es ecualizar la velocidad ascensional garantizando así la precipitación efectiva de los flocs.

TAMAÑO DEL SEDIMENTADOR

Largo: 7.5m

Ancho: 3.00m

Alto: 3.00m

VOLUMEN: 7.50m x 3,00m x 3,00m = 67,50m³

TIEMPO DE PERMANENCIA EN EL SEDIMENTADOR

$$t = \frac{\text{Vol}}{Q} = \frac{67.5\text{m}^3}{0.027\text{m}^3/\text{s}} = 2500\text{seg} \sim 41.6\text{minutos}$$

NORMA: El tiempo de permanencia ideal es \geq a 25minutos, por lo cual el diseño cumple.

VELOCIDAD ASCENCIONAL

$$Vel = \frac{Q\text{m}^3/\text{s}}{S\text{m}^2} = \frac{0.027}{7.5 \times 3} = 0.0012\text{m/s} \sim 1.2\text{mm/s}$$



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

***NORMA:** La velocidad adecuada para permitir la decantación de los flocs debe ser $\leq a$ 1.4mm/s, por lo cual este diseño cumple.*

El sedimentador para mejorar su eficiencia debe disponer de módulos de las siguientes características

- Módulos de sedimentación acelerada de ABS (Acrilo nitrilo butadieno estireno) de 0,7 mm de espesor, con celdas cuadradas de 5 x 5 cm de 53 cm de alto en color BLANCO.



Imágen 18: Sedimentador

Fuente: Consultor

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS CANALES DE RECOLECCIÓN DE AGUA SEDIMENTADA

A continuación se realiza el chequeo hidráulico de las canaletas de recolección de aguas sedimentadas. Se busca garantizar que las canaletas recolectoras tengan la sección adecuada que permita transportar el caudal recolectado a flujo libre.

$$H_m = (73 * q / b)^{(2/3)}$$

Número de canales =	2	unidades
Caudal por canales =	12.5	litros por segundo
Longitud de canales =	7.5	metros



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

Caudal por metro de vertedero =	1.66 l / sg * m, no producen arrastre de flóculos
Ancho de la canaleta =	40.00 cm
Calculando tenemos:	
hm =	30 cm Altura del agua dentro de la Canaleta
Borde libre =	5.00 cm
Altura total de la canaleta =	35.00 cm

- ***Chequeo de caudal y altura en vertederos (2 canaletas)***

Número de vertederos (Nv) = 480

Calculo de Caudal por cada vertedero (Qv)

$$Q_v = \frac{Q_t}{\# \text{ vertederos}}$$

En donde:

Qv = caudal del vertedero

Qt = caudal total de producción de agua

$$Q_v = \frac{27 \text{ l/sg}}{480} = 0.056 \text{ l/sg}$$

- ***Cálculo de la altura del agua en el vertedero***

$$H = \left(\frac{Q_v \left(\frac{1}{\text{sg}} \right)}{f_1} \right) f_2$$

En donde:

H = altura



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

Q_v = caudal en vertedero (l/sg)

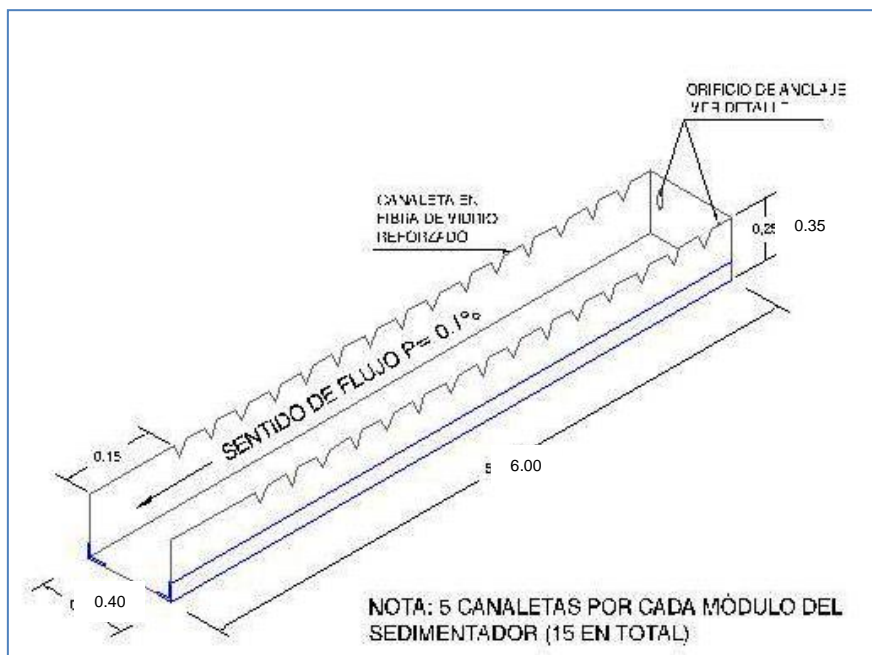
F1 = factor desbordamiento (1.4)

F2 = factor de desnivel (2/5)

$$H = \left(\frac{0.04 \left(\frac{l}{sg} \right)}{1.4} \right)^{2/5}$$

$$H = 0.03m$$

El vertedero tiene una altura de 0.05m y la altura del espejo de agua va a ser de 0.03m por lo que no queda ahogado.



Imágen 19: Esquema canaleta del sedimentador

Fuente: Consultor

FILTRACIÓN

Filtro rápido de flujo descendente de las siguientes características:

- 1 Filtros subdividido en 2 secciones



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

- Ingreso de agua al filtro.
- Mantos filtrantes de las siguientes granulometrías:
 - Lecho inferior de soporte: Sílice: 1,4 2,00mm (tamaño).
 - Lecho superior: Sílice: 0,85 1,4mm (tamaño).
 - Zeolita
- Colector interior con tubería de 1 ½" de PVC con ranuras de 0,6mm de ancho.
- Matriz de evacuación
- Estabilización de nivel de agua en el filtro, para lograr así que el agua se precipite desde la "flauta aireadora" de entrada nunca caiga en la arena directamente sino en el agua que está a nivel de 0,10m arriba del sílice.
- Purgador para vaciado de filtro.

El filtro consta de 2 compartimientos iguales e independientes, la rata de filtración para los filtros descendentes es de 2l/s/m³ a 2.5l/s/m³.

CALCULOS HIDRÁULICOS DEL FILTRO

TAMAÑO DEL FILTRO

Largo: 4.50m

Ancho: 3.00m

Alto: 3.00m

VOLUMEN DEL FILTRO: 4.50 x 3.00 x 3.00: 40.5m³

*** Cálculo de la Rata de filtración**

Para verificar que la rata de filtración sea la correcta, aplicaremos la siguiente formula:

$$r = Q \text{ (m}^3\text{/s)} / S \text{ (m}^2\text{)}$$

En donde:

r = rata de filtración

Q = Caudal total de producción (m³/s)

S = Sección (m²)



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

Aplicando la fórmula, tenemos:

$$S = \text{Largo} \times \text{ancho}$$

$$S = 4.5 \times 3.0 \quad S = 13.5 \text{ m}^2$$

$$r = 0,027 \text{ m}^3/\text{seg.} / 13.5 = 0,002 \text{ m}^3 / \text{seg} / \text{m}^2 = 2.00 \text{ litros} / \text{seg} / \text{m}^2$$

NORMA: La rata de filtración ideal para filtros atmosféricos con sistemas de regeneración mecánica (retrolavado) debe ser ≤ 2.2 litros/seg/m²., por lo cual el diseño propuesto cumple.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE COMPARTIMIENTOS DEL FILTRO (NCF)

$$NCF = \text{cte.} \times \sqrt{Q\text{m}^3/\text{día}}$$

$$\text{cte.: } 0.04$$

$$Q\text{m}^3/\text{s} = 271\text{ps} = 0.027\text{m}^3/\text{s} = 1.62\text{m}^3/\text{min} = 97.2\text{m}^3/\text{h} = 2332.8\text{m}^3/\text{d}$$

$$NCF = 0,04 \times \sqrt{2332.8} = 1.93$$

Por recomendación en los sistemas de tratamiento de agua potable y por protección en caso de presentarse algún inconveniente con unos de los filtros este diseño dispone de dos compartimientos de filtración.

Mantos filtrantes:

ESTRUCTURA DE FILTROS RAPIDOS ATMOSFERICOS DESCENDENTES					
Coliformes	Turbiedad	≤ 50	≤ 200	≤ 400	≤ 800
	Color	≤ 20	20 - 20	30 - 40	≤ 100
N/A	sílice 1,4 - 2,2	40	40	40	50
	sílice 0,8 - 1,14	30	35	10	50
	zeolita	N/A	N/A	N/A	N/A



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

≤ 500	sílice 1,4 - 2,2	40	40	40	50
	sílice 0,8 - 1,14	30	35	40	50
	zeolita	10	10	10	10
500 - 10000	sílice 1,4 - 2,2	40	40	40	50
	sílice 0,8 - 1,14	30	35	40	50
	zeolita	20	20	20	20
10000- 20000	sílice 1,4 - 2,2	40	40	40	40
	sílice 0,8 - 1,14	30	35	40	50
	zeolita	50	50	50	50

Tabla 20: Filtros y niveles de turbiedad

Fuente: Consultor

DISTRIBUIDOR

Ubicado al exterior del filtro, este direcciona el agua filtrada por medio de válvulas convenientemente ubicadas hacia el tubo colector principal el cual se comunica al tanque de reserva.

RETRO-LAVADO MECÁNICO

Tiempo de retro-lavado = 2 - 3 minutos en cada filtro

Cantidad de agua requerida = 2% de la capacidad de la Planta

Numero de retro lavados por día MAXIMO 2

Sistema de retro lavado que contiene:

- Tubería de alta presión
- Válvulas de control

Volumen de agua requerida para cada retro lavado

Tiempo de retro lavado = 2 minutos

Volumen de agua requerido en dos minutos: 27 l/seg x 60 x 2

Volumen de agua requerido = 3240 litros



4.2.9.10.8. DESINFECCIÓN PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO

La desinfección deberá ser mediante el sistema de cloro gas para lo cual se debe disponer de:

- 6 Cilindros de 68 Kg. (nuevos)
- 2 Sistema de inyección y dosificación de cloro gas con swich over
- 2 Balanza electrónica de 300 Kg.
- 2 Bomba de 1 HP
- 2 Manómetros de glicerina

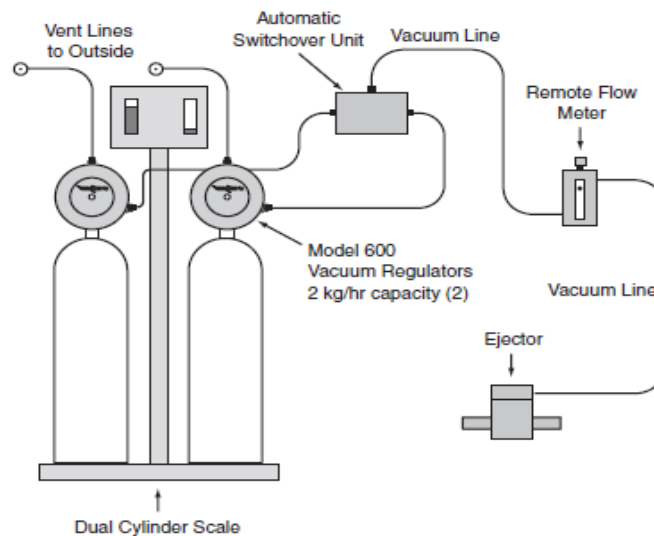


Imagen 20: Tanques de desinfección

Fuente: Consultor



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"



Imágen 21: Regulador Vacuum

Fuente: Consultor

DOSIFICACIÓN PRODUCTOS QUIMICOS

La dosificación de estos productos, está sujeta al ensayo de jarras, sin embargo, la experiencia dice que la preparación (concentración) y dosis óptimas, son las que se detallan a continuación:

Productos químicos	Usos	Preparación de la solución	Dosificación de la solución
Poli cloruro de aluminio	Coagulante	100 kg de pac solido en 500 litros de agua	0,025 ml en 1 Lt de agua (25 ppm)
Regulador de PH (hidróxido de sodio)	Nivelador de pH	50 kg de regulador de ph solido en 500 litros de agua	0,015 ml en 1 Lt de agua (15 ppm)
Hipoclorito de calcio	Desinfectante	Briquetas de aplicación directa	0,0030 ml en 1 Lt de agua (3 ppm)

Tabla 21: Tablas de químicos para la planta

Fuente: Consultor

Capacidad de dosificación requerida:



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

Para Coagulante:

$$\frac{0.025 \text{ ppm}}{1 \text{ Lt de agua}} \times \frac{27 \text{ litros de agua cruda}}{1 \text{ segundo}} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} \times \frac{1 \text{ Lt}}{1000 \text{ ml}} = 2,43 \frac{\text{Lts}}{\text{hora}}$$

Para nivelador de Ph:

$$\frac{0.015 \text{ ppm}}{1 \text{ Lt de agua}} \times \frac{27 \text{ litros de agua cruda}}{1 \text{ segundo}} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} \times \frac{1 \text{ Lt}}{1000 \text{ ml}} = 1,45 \frac{\text{Lts}}{\text{hora}}$$

Para Desinfectante:

$$\frac{0.003 \text{ ppm}}{1 \text{ Lt de agua}} \times \frac{27 \text{ litros de agua cruda}}{1 \text{ segundo}} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} \times \frac{1 \text{ Lt}}{1000 \text{ ml}} = 0,29 \frac{\text{Lts}}{\text{hora}}$$

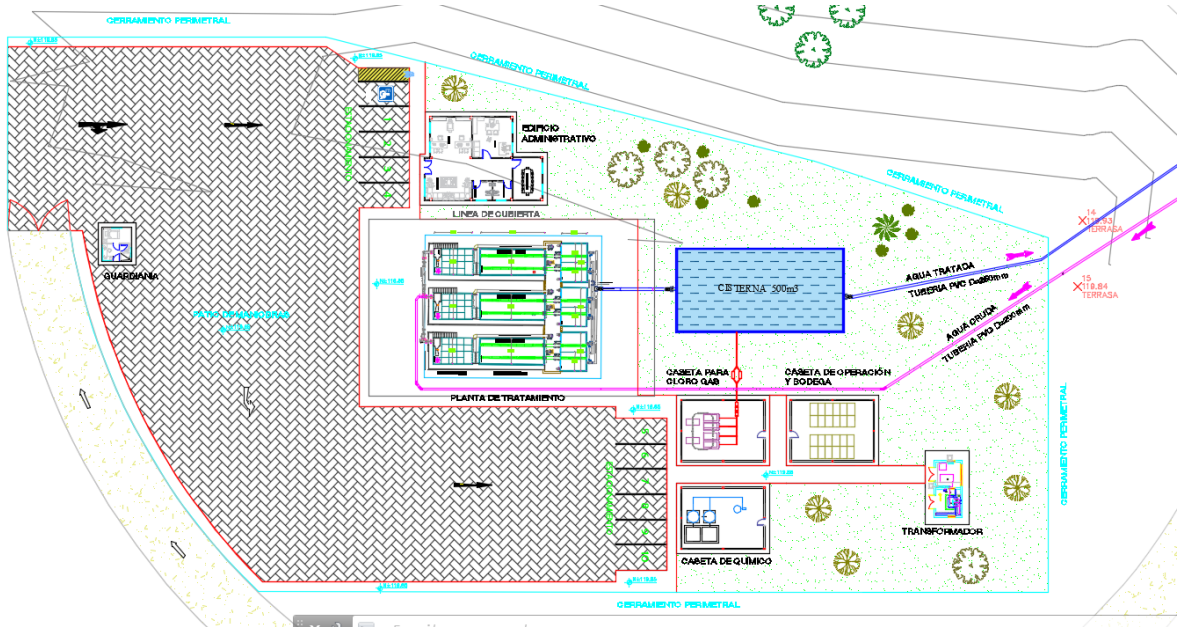
4.2.10. RESERVA

Calceta, disponen de dos (2) tanques de reserva en operación , y uno fuera de servicio, abastecido directamente desde la planta de la mancomunidad, estos están ubicados en puntos altos, uno ubicado en el centro de la ciudad sector los Ceibos (calle Tranquilino Montesdeoca entre calle Calderón y avenida Simón David Velásquez por el sector del cementerio municipal, el cual tiene una capacidad de 1,000m³), también se dispone en el sitio ya mencionado , un tanque metálico elevado, con una capacidad de 1,200m³ ,y otro ubicado en la vía la el cantón Tosagua, en el kilómetro 3 ½ y tiene una capacidad de 1,500 m³.

Se plantea una cisterna de 500m³ para el almacenamiento, y posteriormente la distribución hacia la ciudad, también se tiene previsto la implementación de un tanque nuevo de 1,500m³ ubicado en los Ceibos (el sector de calle Tranquilino Montesdeoca entre calle Calderón y avenida Simón David Velásquez por el sector del cementerio municipal) , que reemplazara a un tanque de 1000m³ existente (en mal estado).

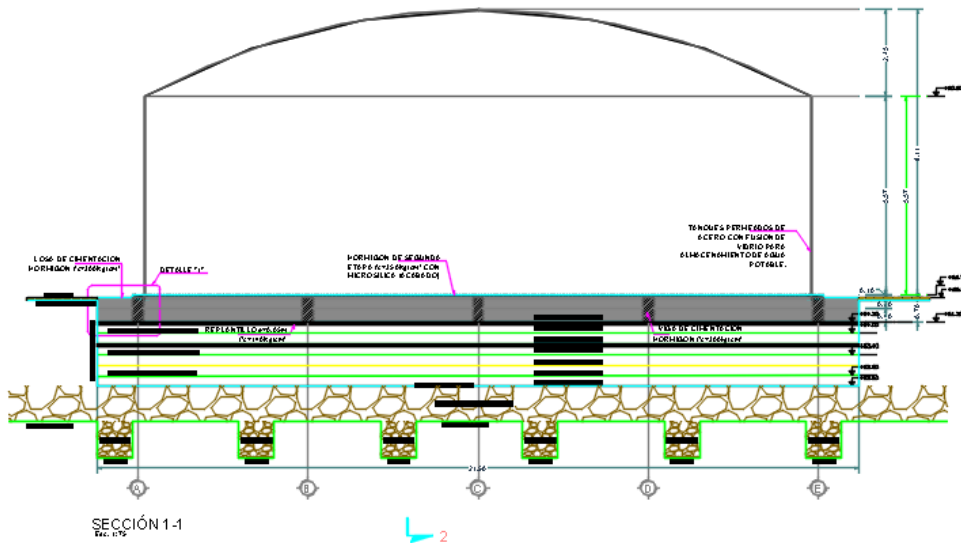


"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"



Imágen 22: Tanque Planta de tratamiento 500 m3

Fuente: Consultor



Imágen 23: Tanque de 1500m3

Fuente: Consultor

4.2.11. REDES DE DISTRIBUCIÓN

Se ha procedido a realizar las simulaciones con escenarios diferentes en el programa Watercad. Las redes de distribución hacia la ciudad como diseño definitivo está concebida



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

con la ubicación de los tanques de reserva existentes (1,500 m³) y proyectados (1,500 m³).

La línea de impulsión hacia la ciudad es de 250mm y las presiones estimadas son de 10 – 70 mca, cumpliendo con las normativas de diseños.

Los resultados de estas simulaciones hidráulicas que nos permite observar las presiones de servicio, diámetros, velocidades, entre otros parámetros hidráulicos, se adjuntan como anexos a la presente memoria técnica.

Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Material	Velocity (m/s)	Hazen-Williams C	Headloss Gradient (m/m)
P-1	30	250,0	PVC	1,75	150,0	0,009
P-2	87	250,0	PVC	1,74	150,0	0,009
P-3	55	250,0	PVC	1,73	150,0	0,009
P-4	101	250,0	PVC	1,73	150,0	0,009
P-5	82	250,0	PVC	1,73	150,0	0,009
P-6	33	250,0	PVC	1,72	150,0	0,009
P-7	43	250,0	PVC	1,72	150,0	0,009
P-8	18	250,0	PVC	1,72	150,0	0,009
P-9	19	250,0	PVC	1,72	150,0	0,009
P-10	23	250,0	PVC	1,72	150,0	0,009
P-11	21	250,0	PVC	1,72	150,0	0,009
P-12	19	250,0	PVC	1,72	150,0	0,009
P-13	21	250,0	PVC	1,72	150,0	0,009
P-14	14	250,0	PVC	1,72	150,0	0,009
P-15	31	250,0	PVC	1,71	150,0	0,009
P-16	21	250,0	PVC	1,71	150,0	0,009
P-17	45	250,0	PVC	1,71	150,0	0,009
P-18	20	250,0	PVC	1,71	150,0	0,009
P-19	16	250,0	PVC	1,71	150,0	0,009
P-20	27	250,0	PVC	1,71	150,0	0,009
P-21	29	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-22	16	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-23	21	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-24	23	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-25	28	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-26	34	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-27	26	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-28	24	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-29	10	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-30	12	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-31	12	250,0	PVC	1,69	150,0	0,009
P-32	27	250,0	PVC	1,69	150,0	0,009
P-33	20	250,0	PVC	1,69	150,0	0,008
P-34	17	250,0	PVC	1,69	150,0	0,008
P-35	22	250,0	PVC	1,69	150,0	0,008
P-36	9	250,0	PVC	1,69	150,0	0,008
P-37	9	250,0	PVC	1,69	150,0	0,008
P-38	13	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-39	5	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

P-40	9	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-41	9	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-42	24	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-43	17	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-44	7	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-45	5	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-46	18	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-47	20	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-48	26	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-49	7	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-50	22	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-51	8	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-52	6	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-53	8	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-54	13	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-55	23	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-56	19	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-57	16	250,0	PVC	1,67	150,0	0,008
P-58	44	250,0	PVC	1,67	150,0	0,008
P-59	51	250,0	PVC	1,67	150,0	0,008
P-60	55	250,0	PVC	1,67	150,0	0,008
P-61	228	250,0	PVC	1,66	150,0	0,008
P-62	84	250,0	PVC	1,65	150,0	0,008
P-63	105	250,0	PVC	1,64	150,0	0,008
P-64	57	250,0	PVC	1,63	150,0	0,008
P-65	25	250,0	PVC	1,63	150,0	0,008
P-66	103	250,0	PVC	1,62	150,0	0,008
P-67	79	250,0	PVC	1,61	150,0	0,008
P-68	39	250,0	PVC	1,61	150,0	0,008
P-69	185	250,0	PVC	1,60	150,0	0,008
P-70	38	250,0	PVC	1,59	150,0	0,008
P-71	30	250,0	PVC	1,59	150,0	0,008
P-72	38	250,0	PVC	1,58	150,0	0,008
P-73	40	250,0	PVC	1,58	150,0	0,007
P-74	14	250,0	PVC	1,58	150,0	0,007
P-75	14	250,0	PVC	1,58	150,0	0,007
P-76	13	250,0	PVC	1,57	150,0	0,007
P-77	107	250,0	PVC	1,57	150,0	0,007
P-78	24	250,0	PVC	1,56	150,0	0,007
P-79	22	250,0	PVC	1,56	150,0	0,007
P-80	33	250,0	PVC	1,55	150,0	0,007
P-81	70	250,0	PVC	1,55	150,0	0,007
P-82	241	250,0	PVC	1,53	150,0	0,007
P-83	97	250,0	PVC	1,52	150,0	0,007
P-84	49	250,0	PVC	1,52	150,0	0,007
P-85	34	250,0	PVC	1,52	150,0	0,007
P-86	46	250,0	PVC	1,52	150,0	0,007
P-87	29	250,0	PVC	1,52	150,0	0,007
P-88	44	250,0	PVC	1,51	150,0	0,007
P-89	22	250,0	PVC	1,51	150,0	0,007
P-90	40	250,0	PVC	1,51	150,0	0,007
P-91	12	250,0	PVC	1,51	150,0	0,007
P-92	13	250,0	PVC	1,51	150,0	0,007
P-93	23	250,0	PVC	1,51	150,0	0,007
P-94	12	250,0	PVC	1,51	150,0	0,007



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

P-95	24	250,0	PVC	1,50	150,0	0,007
P-96	158	250,0	PVC	1,50	150,0	0,007
P-97	22	250,0	PVC	1,49	150,0	0,007
P-98	49	250,0	PVC	1,48	150,0	0,007
P-99	80	250,0	PVC	1,47	150,0	0,007
P-100	26	250,0	PVC	1,46	150,0	0,006
P-101	204	250,0	PVC	1,43	150,0	0,006
P-102	99	250,0	PVC	1,42	150,0	0,006
P-103	92	250,0	PVC	1,41	150,0	0,006
P-104	58	250,0	PVC	1,41	150,0	0,006
P-105	13	250,0	PVC	1,41	150,0	0,006
P-106	15	250,0	PVC	1,41	150,0	0,006
P-107	44	250,0	PVC	1,41	150,0	0,006
P-108	32	250,0	PVC	1,41	150,0	0,006
P-109	60	250,0	PVC	1,40	150,0	0,006
P-110	50	250,0	PVC	1,40	150,0	0,006
P-111	27	250,0	PVC	1,40	150,0	0,006
P-112	31	250,0	PVC	1,40	150,0	0,006
P-113	28	250,0	PVC	1,40	150,0	0,006
P-114	20	250,0	PVC	1,39	150,0	0,006
P-115	21	250,0	PVC	1,39	150,0	0,006
P-116	42	250,0	PVC	1,39	150,0	0,006
P-117	116	250,0	PVC	1,39	150,0	0,006
P-118	166	250,0	PVC	1,37	150,0	0,006
P-119	43	250,0	PVC	1,36	150,0	0,006
P-120	47	250,0	PVC	1,34	150,0	0,006
P-121	53	250,0	PVC	1,32	150,0	0,005
P-122	158	250,0	PVC	1,31	150,0	0,005
P-123	64	250,0	PVC	1,31	150,0	0,005
P-124	52	250,0	PVC	1,30	150,0	0,005
P-125	58	250,0	PVC	1,30	150,0	0,005
P-126	48	250,0	PVC	1,30	150,0	0,005
P-127	61	250,0	PVC	1,30	150,0	0,005
P-128	45	250,0	PVC	1,29	150,0	0,005
P-129	24	250,0	PVC	1,29	150,0	0,005
P-130	31	250,0	PVC	1,29	150,0	0,005
P-131	17	250,0	PVC	1,29	150,0	0,005
P-132	28	250,0	PVC	1,29	150,0	0,005
P-133	1.047	250,0	PVC	1,21	150,0	0,005
P-134	63	250,0	PVC	1,16	150,0	0,004
P-135	79	250,0	PVC	1,16	150,0	0,004
P-136	68	250,0	PVC	1,16	150,0	0,004
P-137	163	250,0	PVC	1,15	150,0	0,004
P-138	349	250,0	PVC	1,13	150,0	0,004
P-139	84	250,0	PVC	1,08	150,0	0,004
P-140	64	250,0	PVC	1,05	150,0	0,004
P-141	253	250,0	PVC	1,03	150,0	0,003
P-142	82	250,0	PVC	1,03	150,0	0,003
P-143	202	250,0	PVC	1,02	150,0	0,003
P-144	306	250,0	PVC	1,01	150,0	0,003
P-145	456	250,0	PVC	0,97	150,0	0,003
P-146	86	250,0	PVC	0,91	150,0	0,003
P-147	83	250,0	PVC	0,86	150,0	0,002
P-148	91	250,0	PVC	0,81	150,0	0,002
P-149	84	250,0	PVC	0,78	150,0	0,002



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

P-150	120	250,0	PVC	0,77	150,0	0,002
P-151	226	250,0	PVC	0,75	150,0	0,002
P-152	60	250,0	PVC	0,74	150,0	0,002
P-153	85	250,0	PVC	0,74	150,0	0,002
P-154	90	250,0	PVC	0,73	150,0	0,002
P-155	167	250,0	PVC	0,73	150,0	0,002
P-156	205	250,0	PVC	0,71	150,0	0,002
P-157	64	250,0	PVC	0,71	150,0	0,002
P-158	68	250,0	PVC	0,70	150,0	0,002
P-159	764	250,0	PVC	0,68	150,0	0,002
P-160	98	250,0	PVC	0,63	150,0	0,001
P-161	65	250,0	PVC	0,62	150,0	0,001
P-162	74	250,0	PVC	0,61	150,0	0,001
P-163	40	250,0	PVC	0,61	150,0	0,001
P-164	56	250,0	PVC	0,61	150,0	0,001
P-165	61	250,0	PVC	0,60	150,0	0,001
P-166	418	250,0	PVC	0,58	150,0	0,001
P-167	184	250,0	PVC	0,55	150,0	0,001
P-168	120	250,0	PVC	0,50	150,0	0,001
P-169	99	250,0	PVC	0,46	150,0	0,001
P-170	94	250,0	PVC	0,44	150,0	0,001
P-171	125	250,0	PVC	0,43	150,0	0,001
P-172	66	250,0	PVC	0,42	150,0	0,001
P-173	96	250,0	PVC	0,41	150,0	0,001
P-174	125	250,0	PVC	0,38	150,0	0,001
P-175	129	250,0	PVC	0,37	150,0	0,000
P-176	94	250,0	PVC	0,35	150,0	0,000
P-177	79	250,0	PVC	0,35	150,0	0,000
P-178	58	250,0	PVC	0,34	150,0	0,000
P-179	95	250,0	PVC	0,33	150,0	0,000
P-180	85	250,0	PVC	0,33	150,0	0,000
P-181	123	250,0	PVC	0,33	150,0	0,000
P-182	475	250,0	PVC	0,30	150,0	0,000
P-183	40	250,0	PVC	0,29	150,0	0,000
P-184	32	250,0	PVC	0,29	150,0	0,000
P-185	20	250,0	PVC	0,29	150,0	0,000
P-186	21	250,0	PVC	0,28	150,0	0,000
P-187	48	250,0	PVC	0,28	150,0	0,000
P-188	30	250,0	PVC	0,27	150,0	0,000
P-189	82	250,0	PVC	0,27	150,0	0,000
P-190	283	250,0	PVC	0,26	150,0	0,000
P-191	55	250,0	PVC	0,26	150,0	0,000
P-192	24	250,0	PVC	0,24	150,0	0,000
P-194	21	250,0	PVC	0,02	150,0	0,000
P-195	30	250,0	PVC	0,02	150,0	0,000
P-196	29	250,0	PVC	0,02	150,0	0,000
P-197	47	250,0	PVC	0,02	150,0	0,000
P-198	59	250,0	PVC	0,02	150,0	0,000
P-199	83	250,0	PVC	0,02	150,0	0,000
P-200	47	250,0	PVC	0,02	150,0	0,000
P-201	62	250,0	PVC	0,01	150,0	0,000
P-202	74	250,0	PVC	0,01	150,0	0,000
P-203	56	250,0	PVC	0,01	150,0	0,000
P-204	49	250,0	PVC	0,01	150,0	0,000
P-205	21	250,0	PVC	0,01	150,0	0,000



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

P-206	6	250,0	PVC	0,00	150,0	0,000
P-224	96	250,0	PVC	0,23	150,0	0,000
P-225	19	250,0	PVC	0,23	150,0	0,000
P-226	12	250,0	PVC	0,22	150,0	0,000
P-227	35	250,0	PVC	0,20	150,0	0,000
P-228	25	250,0	PVC	0,20	150,0	0,000
P-229	21	250,0	PVC	0,20	150,0	0,000
P-230	25	250,0	PVC	0,20	150,0	0,000
P-231	32	250,0	PVC	0,20	150,0	0,000
P-232	65	250,0	PVC	0,20	150,0	0,000
P-233	115	250,0	PVC	0,20	150,0	0,000
P-234	71	250,0	PVC	0,19	150,0	0,000
P-235	67	250,0	PVC	0,19	150,0	0,000
P-236	55	250,0	PVC	0,19	150,0	0,000
P-237	36	250,0	PVC	0,18	150,0	0,000
P-238	38	250,0	PVC	0,18	150,0	0,000
P-239	33	250,0	PVC	0,18	150,0	0,000
P-240	19	250,0	PVC	0,18	150,0	0,000
P-241	44	250,0	PVC	0,18	150,0	0,000
P-242	42	250,0	PVC	0,17	150,0	0,000
P-243	65	250,0	PVC	0,17	150,0	0,000
P-244	92	250,0	PVC	0,17	150,0	0,000
P-245	36	250,0	PVC	0,16	150,0	0,000
P-246	26	250,0	PVC	0,16	150,0	0,000
P-247	37	250,0	PVC	0,16	150,0	0,000
P-248	87	250,0	PVC	0,15	150,0	0,000
P-249	82	250,0	PVC	0,14	150,0	0,000
P-250	106	250,0	PVC	0,14	150,0	0,000
P-251	36	250,0	PVC	0,13	150,0	0,000
P-252	35	250,0	PVC	0,12	150,0	0,000
P-253	63	250,0	PVC	0,12	150,0	0,000
P-254	85	250,0	PVC	0,12	150,0	0,000
P-255	33	250,0	PVC	0,11	150,0	0,000
P-256	52	250,0	PVC	0,11	150,0	0,000
P-257	78	250,0	PVC	0,10	150,0	0,000
P-258	92	250,0	PVC	0,10	150,0	0,000
P-259	308	250,0	PVC	0,08	150,0	0,000
P-260	37	250,0	PVC	0,07	150,0	0,000
P-261	38	250,0	PVC	0,07	150,0	0,000
P-262	28	250,0	PVC	0,07	150,0	0,000
P-263	110	250,0	PVC	0,07	150,0	0,000
P-264	24	250,0	PVC	0,07	150,0	0,000
P-265	197	250,0	PVC	0,06	150,0	0,000
P-266	106	250,0	PVC	0,05	150,0	0,000
P-267	25	250,0	PVC	0,05	150,0	0,000
P-268	311	250,0	PVC	0,04	150,0	0,000
P-269	93	250,0	PVC	0,04	150,0	0,000
P-270	375	250,0	PVC	0,03	150,0	0,000
P-271	241	250,0	PVC	0,01	150,0	0,000
P-272	390	250,0	PVC	0,01	150,0	0,000
P-273	68	250,0	PVC	0,00	150,0	0,000
P-274	46	250,0	PVC	0,00	150,0	0,000
P-275	51	250,0	PVC	0,00	150,0	0,000
P-276	50	250,0	PVC	0,00	150,0	0,000
P-278	20	250,0	PVC	0,00	150,0	0,000



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

P-279	40	250,0	PVC	0,24	150,0	0,000
P-280	16	250,0	PVC	0,02	150,0	0,000

Tabla 22: Reportes Watercad , longitud,diámetro,velocidad coeficiente Hazen- Williams, Gradiente hidráulico

Fuente: Consultor

Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
J-1	118,00	0,5127	118,73	1
J-2	105,02	0,0519	117,96	13
J-3	94,65	0,0934	117,47	23
J-4	80,06	0,2789	116,57	36
J-5	70,54	0,1886	115,85	45
J-6	68,23	0,0157	115,56	47
J-7	67,76	0,0447	115,18	47
J-8	67,63	0,1819	115,02	47
J-9	65,35	0,0499	114,85	49
J-10	64,63	0,0173	114,66	50
J-11	63,75	0,0067	114,48	51
J-12	62,26	0,0056	114,31	52
J-13	59,45	0,0103	114,13	55
J-14	57,35	0,2556	114,01	57
J-15	54,76	0,0818	113,74	59
J-16	53,16	0,0289	113,56	60
J-17	48,13	0,0593	113,17	65
J-18	46,07	0,0602	112,99	67
J-19	44,43	0,0552	112,85	68
J-20	42,41	0,0327	112,62	70
J-21	40,97	0,0204	112,37	71
J-22	40,02	0,0237	112,24	72
J-23	39,12	0,0449	112,06	73
J-24	37,60	0,0463	111,85	74
J-25	36,91	0,0733	111,61	75
J-26	36,56	0,1566	111,32	75
J-27	35,62	0,0447	111,10	75
J-28	35,06	0,0240	110,90	76
J-29	34,88	0,0322	110,81	76
J-30	34,26	0,0358	110,71	76
J-31	34,79	0,0562	110,60	76
J-32	34,78	0,1990	110,37	75
J-33	33,57	0,0374	110,20	76
J-34	33,00	0,0256	110,05	77
J-35	33,80	0,0950	109,87	76
J-36	34,09	0,0552	109,79	76
J-37	33,96	0,0161	109,72	76
J-38	34,00	0,0100	109,61	75
J-39	34,00	0,0074	109,57	75
J-40	33,94	0,0776	109,49	75
J-41	33,89	0,0160	109,42	75
J-42	33,71	0,0285	109,22	75
J-43	33,58	0,0584	109,08	75



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

J-44	33,59	0,0094	109,02	75
J-45	33,50	0,0126	108,97	75
J-46	33,61	0,0157	108,82	75
J-47	33,24	0,0287	108,65	75
J-48	33,08	0,0139	108,43	75
J-49	33,07	0,0181	108,37	75
J-50	33,02	0,0109	108,18	75
J-51	33,11	0,0193	108,11	75
J-52	33,09	0,0041	108,06	75
J-53	33,00	0,0084	108,00	75
J-54	33,52	0,0816	107,89	74
J-55	34,00	0,0172	107,70	74
J-56	34,00	0,0842	107,54	73
J-57	34,00	0,0767	107,41	73
J-58	34,09	0,2168	107,04	73
J-59	34,00	0,1453	106,62	72
J-60	34,00	0,2589	106,16	72
J-61	35,53	0,5608	104,29	69
J-62	38,31	0,5192	103,61	65
J-63	37,00	0,4097	102,77	66
J-64	36,00	0,1524	102,32	66
J-65	36,00	0,2691	102,13	66
J-66	36,00	0,3729	101,31	65
J-67	36,00	0,2259	100,70	65
J-68	36,00	0,4998	100,40	64
J-69	34,57	0,5206	98,99	64
J-70	33,50	0,1198	98,70	65
J-71	32,59	0,1475	98,47	66
J-72	32,39	0,1701	98,19	66
J-73	32,34	0,0888	97,89	65
J-74	32,34	0,0821	97,79	65
J-75	32,24	0,0794	97,68	65
J-76	32,24	0,2503	97,59	65
J-77	32,22	0,3491	96,80	64
J-78	31,98	0,0974	96,62	65
J-79	31,99	0,3078	96,46	64
J-80	31,87	0,3363	96,22	64
J-81	31,18	0,7075	95,71	64
J-82	32,17	0,4805	94,01	62
J-83	33,57	0,1348	93,33	60
J-84	34,87	0,0672	92,99	58
J-85	35,74	0,0652	92,75	57
J-86	36,87	0,0641	92,43	55
J-87	37,54	0,0867	92,23	55
J-88	37,97	0,0840	91,92	54
J-89	38,44	0,0733	91,77	53
J-90	39,24	0,0678	91,49	52
J-91	39,46	0,0538	91,41	52
J-92	39,68	0,0648	91,32	52
J-93	39,92	0,0475	91,16	51
J-94	40,11	0,0551	91,08	51
J-95	40,53	0,2884	90,92	50



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

J-96	41,01	0,3207	89,84	49
J-97	41,43	0,4544	89,70	48
J-98	41,90	0,7165	89,37	47
J-99	45,26	0,5817	88,85	43
J-100	47,12	1,1163	88,68	41
J-101	53,00	0,6720	87,40	34
J-102	53,00	0,2885	86,79	34
J-103	52,16	0,1598	86,23	34
J-104	51,73	0,0655	85,88	34
J-105	51,36	0,0348	85,80	34
J-106	51,02	0,0672	85,71	35
J-107	49,60	0,1240	85,44	36
J-108	48,60	0,1270	85,25	37
J-109	46,61	0,1947	84,89	38
J-110	44,80	0,0690	84,59	40
J-111	43,73	0,0666	84,43	41
J-112	42,33	0,0493	84,25	42
J-113	41,29	0,0376	84,08	43
J-114	40,55	0,0619	83,96	43
J-115	39,78	0,0623	83,83	44
J-116	38,33	0,1780	83,58	45
J-117	34,74	0,6666	82,90	48
J-118	34,71	0,7950	81,94	47
J-119	34,89	0,7336	81,70	47
J-120	35,98	0,9446	81,43	45
J-121	36,89	0,6251	81,15	44
J-122	36,36	0,3027	80,31	44
J-123	35,07	0,1248	79,97	45
J-124	34,00	0,1136	79,70	46
J-125	33,24	0,1266	79,39	46
J-126	33,00	0,1148	79,14	46
J-127	33,00	0,0964	78,83	46
J-128	33,32	0,0671	78,60	45
J-129	33,91	0,0703	78,47	44
J-130	35,16	0,0421	78,31	43
J-131	35,85	0,1327	78,22	42
J-132	37,42	3,6823	78,08	41
J-133	28,00	2,4759	73,28	45
J-134	29,34	0,1270	73,02	44
J-135	30,83	0,1203	72,68	42
J-136	32,63	0,2586	72,40	40
J-137	37,24	1,1246	71,72	34
J-138	41,36	2,2608	70,32	29
J-139	40,98	1,4810	70,01	29
J-140	40,83	0,9321	69,78	29
J-141	32,97	0,3948	68,92	36
J-142	32,16	0,3853	68,65	36
J-143	31,00	0,5941	67,98	37
J-144	28,18	1,5104	66,98	39
J-145	27,19	3,2762	65,59	38
J-146	28,09	2,5268	65,36	37
J-147	28,51	2,4739	65,16	37



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

J-148	28,93	1,1555	64,97	36
J-149	29,65	0,8375	64,80	35
J-150	30,15	0,5996	64,56	34
J-151	35,52	0,4487	64,13	29
J-152	37,39	0,3523	64,02	27
J-153	36,04	0,2062	63,87	28
J-154	33,37	0,3262	63,70	30
J-155	34,37	0,5522	63,41	29
J-156	36,46	0,3178	63,05	27
J-157	34,17	0,1853	62,95	29
J-158	30,68	1,2755	62,83	32
J-159	27,28	2,2820	61,64	34
J-160	30,47	0,8137	61,50	31
J-161	33,40	0,2072	61,42	28
J-162	36,40	0,1452	61,33	25
J-163	38,33	0,0899	61,27	23
J-164	41,49	0,1442	61,20	20
J-165	43,00	0,9785	61,13	18
J-166	34,48	1,7582	60,63	26
J-167	27,36	2,3590	60,44	33
J-168	28,42	1,8380	60,33	32
J-169	34,78	1,0883	60,26	25
J-170	40,70	0,6984	60,19	19
J-171	39,65	0,3686	60,11	20
J-172	35,21	0,6120	60,07	25
J-173	30,99	1,2838	60,01	29
J-174	31,86	0,6676	59,94	28
J-175	33,29	0,5700	59,88	27
J-176	31,93	0,4564	59,83	28
J-177	29,47	0,2921	59,80	30
J-178	27,64	0,2261	59,77	32
J-179	25,08	0,2243	59,73	35
J-180	24,00	0,2300	59,70	36
J-181	24,37	1,0110	59,65	35
J-182	22,73	0,8227	59,48	37
J-183	21,71	0,0308	59,47	38
J-184	21,00	0,0987	59,46	38
J-185	21,00	0,3596	59,45	38
J-186	21,94	0,1088	59,44	37
J-187	22,00	0,0646	59,43	37
J-188	24,20	0,0786	59,42	35
J-189	24,79	0,6356	59,40	35
J-190	25,95	0,2104	59,32	33
J-191	24,78	0,0133	59,31	34
J-192	24,87	0,0063	59,30	34
J-193	25,55	0,0027	59,31	34
J-194	25,00	0,0051	59,31	34
J-195	24,32	0,0068	59,31	35
J-196	24,23	0,0181	59,31	35
J-197	23,49	0,0495	59,31	36
J-198	23,00	0,0440	59,31	36
J-199	23,51	0,0795	59,31	36



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

J-200	26,00	0,0756	59,31	33
J-201	32,86	0,0936	59,31	26
J-202	34,83	0,1298	59,31	24
J-203	36,43	0,0375	59,31	23
J-204	40,00	0,0079	59,31	19
J-205	40,00	0,3852	59,31	19
J-206	40,00	0,0369	59,31	19
J-223	26,37	0,0584	59,29	33
J-224	30,48	0,0628	59,27	29
J-225	29,17	0,3943	59,27	30
J-226	29,03	1,0325	59,27	30
J-227	27,83	0,0316	59,26	31
J-228	26,76	0,0846	59,26	32
J-229	26,23	0,0443	59,25	33
J-230	26,00	0,0353	59,25	33
J-231	26,27	0,0600	59,24	33
J-232	33,22	0,1300	59,23	26
J-233	27,06	0,1779	59,22	32
J-234	26,51	0,1409	59,20	33
J-235	32,03	0,1189	59,19	27
J-236	32,65	0,1145	59,19	26
J-237	30,15	0,1370	59,18	29
J-238	29,10	0,0718	59,18	30
J-239	29,50	0,0775	59,17	30
J-240	29,76	0,1082	59,17	29
J-241	29,07	0,1072	59,16	30
J-242	27,11	0,1680	59,16	32
J-243	21,97	0,2483	59,15	37
J-244	21,56	0,2279	59,14	38
J-245	21,88	0,1220	59,14	37
J-246	21,28	0,1322	59,13	38
J-247	20,80	0,2479	59,13	38
J-248	20,13	0,3642	59,12	39
J-249	20,09	0,3988	59,11	39
J-250	20,25	0,3482	59,11	39
J-251	20,52	0,2105	59,10	39
J-252	20,58	0,2078	59,10	38
J-253	20,22	0,2136	59,10	39
J-254	20,47	0,1926	59,09	39
J-255	20,34	0,2237	59,09	39
J-256	20,52	0,1688	59,09	38
J-257	20,47	0,3630	59,08	39
J-258	20,72	0,6977	59,08	38
J-259	21,00	0,4111	59,07	38
J-260	21,00	0,0795	59,07	38
J-261	21,00	0,0524	59,07	38
J-262	21,07	0,1145	59,07	38
J-263	21,85	0,1452	59,06	37
J-264	22,46	0,3273	59,06	37
J-265	28,71	0,3050	59,06	30
J-266	34,01	0,2487	59,06	25
J-267	36,40	0,1610	59,06	23



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

J-268	41,37	0,2993	59,06	18
J-269	45,28	0,5468	59,05	14
J-270	48,27	0,6067	59,05	11
J-271	53,90	0,3753	59,05	5
J-272	54,73	0,2038	59,05	4
J-273	53,86	0,0415	59,05	5
J-274	53,34	0,0337	59,05	6
J-275	53,47	0,0311	59,05	6
J-276	56,37	0,0489	59,05	3
J-278	56,00	0,0000	59,05	3

Tabla 23: Reportes Watercad, Nodos, alturas, presiones m.c.a, demandas

Fuente: Consultor

4.3. ESTUDIO GEOTÉCNICO.

4.3.1 INTRODUCCIÓN.

El estudio geotécnico se realizó en las siguientes áreas:

- Área donde se construirá la planta de Tratamiento de Agua Potable (Adyacente al embalse La Esperanza).
- Área donde se construirá el nuevo tanque de 1500 m³ (Calle Tranquilino Montesdeoca – Suroeste de la Ciudad de Calceta).

Véase los documentos al final de este capítulo.

4.4. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.

4.4.1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente capítulo se presenta la Memoria de Cálculo Estructural del tanque de 1,500m³ mismo que estará ubicado en la calle Tranquilino Montesdeoca (centro de la ciudad), vale recalcar que toda la información de este tanque ya fue elaborada en un estudio integral previo a este, mismo que tiene la intención de dotar de nuevas líneas de distribución de agua potable y alcantarillados para la ciudad de Calceta. El cálculo se verifico en el software de análisis estructural Sap2000 v.15.2.1; del Tanque (bajo) de vidrio fusionado al acero utilizado para el almacenamiento de Agua Potable, con una capacidad de 1500m³ de agua potable.

Para tal efecto se atendió los requerimientos y normas de diseños actuales para garantizar un diseño estable bajo condiciones estáticas y dinámicas.

La estructura de cimentación que soportara el Tanque de Vidrio Fusionado al Acero es de forma rectangular, tiene un área de (21.50m x 21.50m = 462.25m²), está conformada



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

por 5 Vigas Peraltadas de 30cm x 70cm en Sentido X; 5 Vigas Peraltadas de 30cm x 70cm en Sentido Y, y una Losa maciza de 30cm de espesor que se apoyaran sobre las vigas, tal como se muestra en las figuras 26,27,28

4.4.2. MEMORIA ESTRUCTURAL DE TANQUE 1500 m³

4.4.2.1. ESQUEMA DEL TANQUE DE 1,500m³

En las figuras 26, 27 y 28 muestra la configuración geométrica del Tanque, tanto en planta como en elevación.

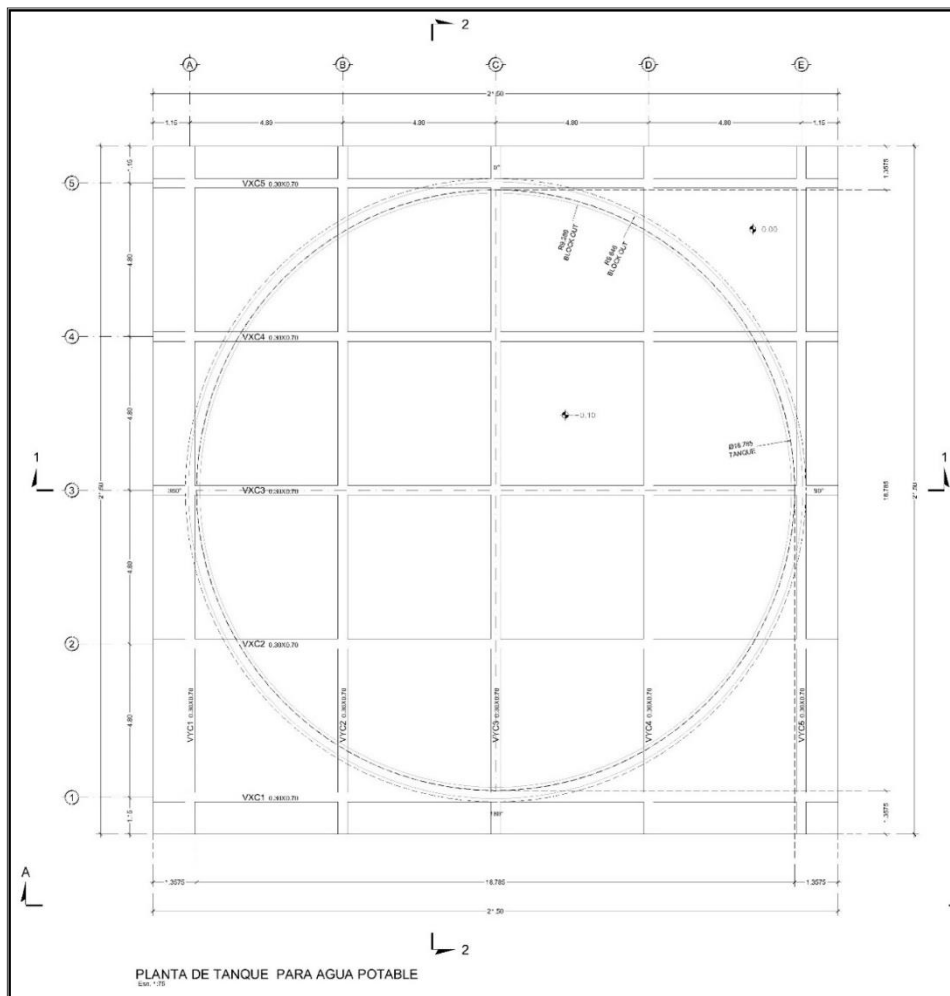
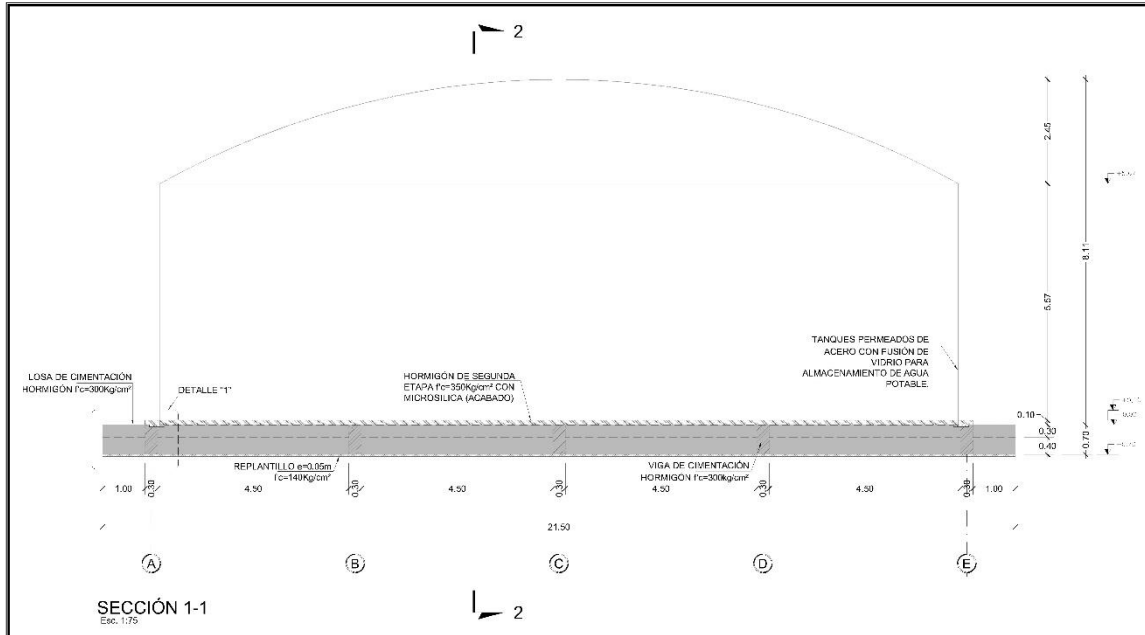


Imagen 24: Planta de losa de cimentación

Fuente: Consultor

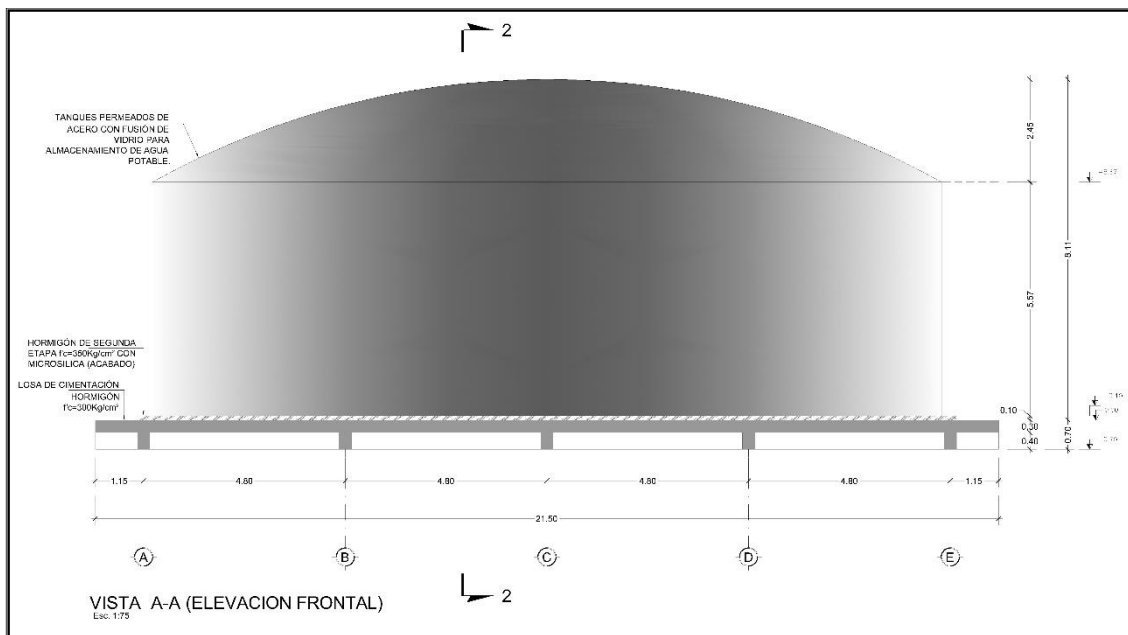


"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"



Imágen 25: Sección 1-1

Fuente: Consultor



Imágen 26: Vista A-A'



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

Fuente: Consultor

Para el diseño de la Cimentación se ha creado una combinación de cargas igual a 1.2D+1.6L, lo cual se describe a continuación:

TABLE: Joint Reactions								
Joint	Output Case	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Ton f	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
9	DCON2	Combination	0	0	88,858	25,96705	-25,96705	0
10	DCON2	Combination	0	0	121,327	-1,13052	-34,31489	0
11	DCON2	Combination	0	0	120,241 4	-7,25E-15	-33,938	0
12	DCON2	Combination	0	0	121,327	1,13052	-34,31489	0
13	DCON2	Combination	0	0	88,858	-25,96705	-25,96705	0
16	DCON2	Combination	0	0	121,327	34,31489	1,13052	0
17	DCON2	Combination	0	0	167,364 6	-1,78571	1,78571	0
18	DCON2	Combination	0	0	165,427 6	-4,584E-14	1,79782	0
19	DCON2	Combination	0	0	167,364 6	1,78571	1,78571	0
20	DCON2	Combination	0	0	121,327	-34,31489	1,13052	0
23	DCON2	Combination	0	0	120,241 4	33,938	1,6E-14	0
24	DCON2	Combination	0	0	165,427 6	-1,79782	1,04E-13	0
25	DCON2	Combination	0	0	163,495 1	-2,834E-14	-9,315E-15	0
26	DCON2	Combination	0	0	165,427 6	1,79782	-5,932E-14	0
27	DCON2	Combination	0	0	120,241 4	-33,938	1,36E-14	0



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

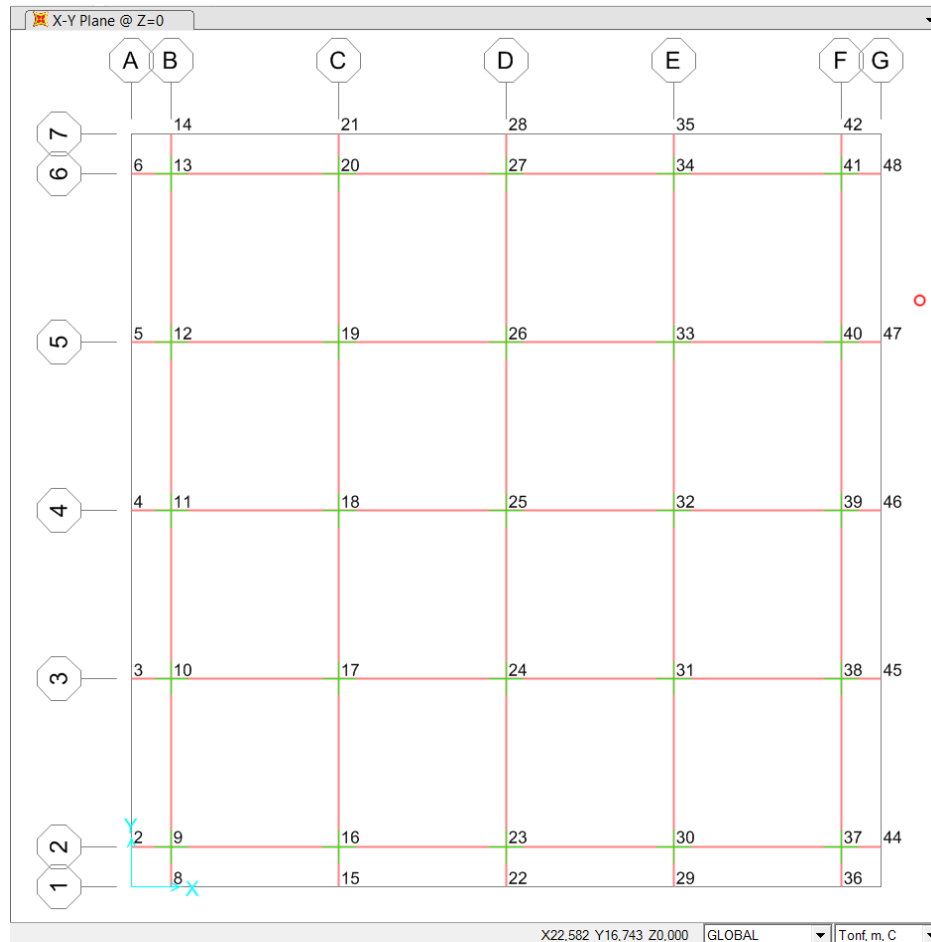
30	DCON2	Combination	0	0	121,327	34,31489	-1,13052	0
31	DCON2	Combination	0	0	167,364 6	-1,78571	-1,78571	0
32	DCON2	Combination	0	0	165,427 6	6,616E- 14	-1,79782	0
33	DCON2	Combination	0	0	167,364 6	1,78571	-1,78571	0
34	DCON2	Combination	0	0	121,327	-34,31489	-1,13052	0
37	DCON2	Combination	0	0	88,858	25,96705	25,96705	0
38	DCON2	Combination	0	0	121,327	-1,13052	34,31489	0
39	DCON2	Combination	0	0	120,241 4	4,036E- 14	33,938	0
40	DCON2	Combination	0	0	121,327	1,13052	34,31489	0
41	DCON2	Combination	0	0	88,858	-25,96705	25,96705	0
					3301,67 8			
				Fuerza	3301,68	Ton		
				Área	462,25	m2		
				Descarga	7,14	Ton/m2		

Tabla 24: Valores simulacion Sap 2000

Fuente: Consultor



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"



Imágen 27: Numeración de nudos en la cimentación

Fuente: Consultor

4.4.2.2. MODELO ESTRUCTURAL Y SU ANÁLISIS:

- Digitalización o simulación del modelo con elementos finitos en el Sap2000 v.15.2.1, considerando todos sus elementos principales. Vigas con elementos tipo frame y losa con elementos tipo Shell.
- Determinación de las cargas, propiedades y secciones de todos los elementos.
- Análisis de las estructuras bajo cargas estáticas y dinámicas (sismo y viento).



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

4.4.2.3. ELABORACIÓN DE LOS PLANOS ESTRUCTURALES Y PLANILLAS DE CANTIDADES DE ACERO Y HORMIGÓN.

Consideraciones para el análisis estructural

Generales

Para el análisis se consideraron varios factores fundamentales:

- Comportamiento estructural.
- Configuración estructural.
- Factores de reducción y de amplificación.
- Modelación estructural.
- Análisis de la estructura como mínimo en dos direcciones horizontales ortogonales y en cualquier otra dirección crítica de la estructura.

Para el diseño de la cimentación se consideró una capacidad portante del suelo de 15Ton/m² de acuerdo a las instrucciones del cliente y estudios geotécnicos del sitio. Se consideró una cota de desplante de -0.70 m para el adecuado anclaje y estabilidad de la cimentación del tanque.

Normas Aplicables

Las normas que se han aplicado en el diseño de este proyecto estructural son las que se indican a continuación:

- ACI 318S-08 (American Concrete Institute).
- ACI-350 (Seismic Design of liquid Containin).
- NEC-15 (Norma Ecuatoriana de la Construcción).
 - ✓ NEC_SE_DS (Peligro Sísmico)
 - ✓ NEC_SE_CG (cargas no Sísmicas)
 - ✓ NEC_SE_HM (Hormigón Armado)
 - ✓ NEC_SE_CM (Geotecnia y Cimentaciones)
- AISC-LRFD (American Institute for Steel Construction-Load Resistance Factor Design) 1993

Propiedades de los Materiales

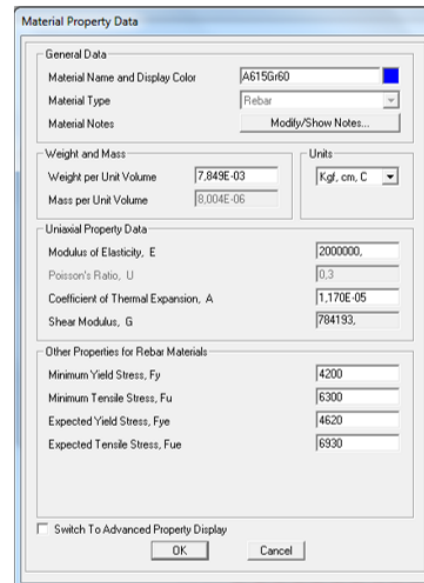
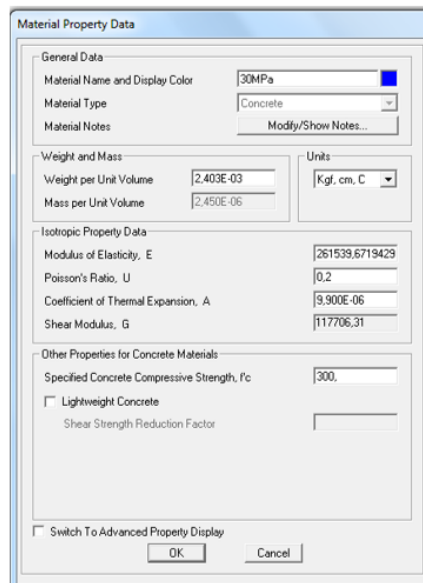
Los materiales considerados en el proyecto son:

- Hormigón Estructural: $f^c= 300 \text{ kg/cm}^2$



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

- Hormigón de Segunda Etapa: $f^c = 350 \text{ kg/cm}^2$
- Hormigón para Replanto: $f^c = 140 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de refuerzo $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$
- Malla electrosoldada $f_y = 5,000 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad del Concreto $E_c = 15100(f^c)^{1/2}$



Imágen 28: Propiedades de los materiales

Fuente: Consultor

Pesos específicos

- Relleno suelto $1,500 \text{ kg/m}^3$
- Relleno compactado $1,800 \text{ kg/m}^3$
- Hormigón estructural $2,400 \text{ kg/m}^3$
- Agua $1,000 \text{ kg/m}^3$
- Acero estructural $7,850 \text{ kg/m}^3$

Carga Muerta

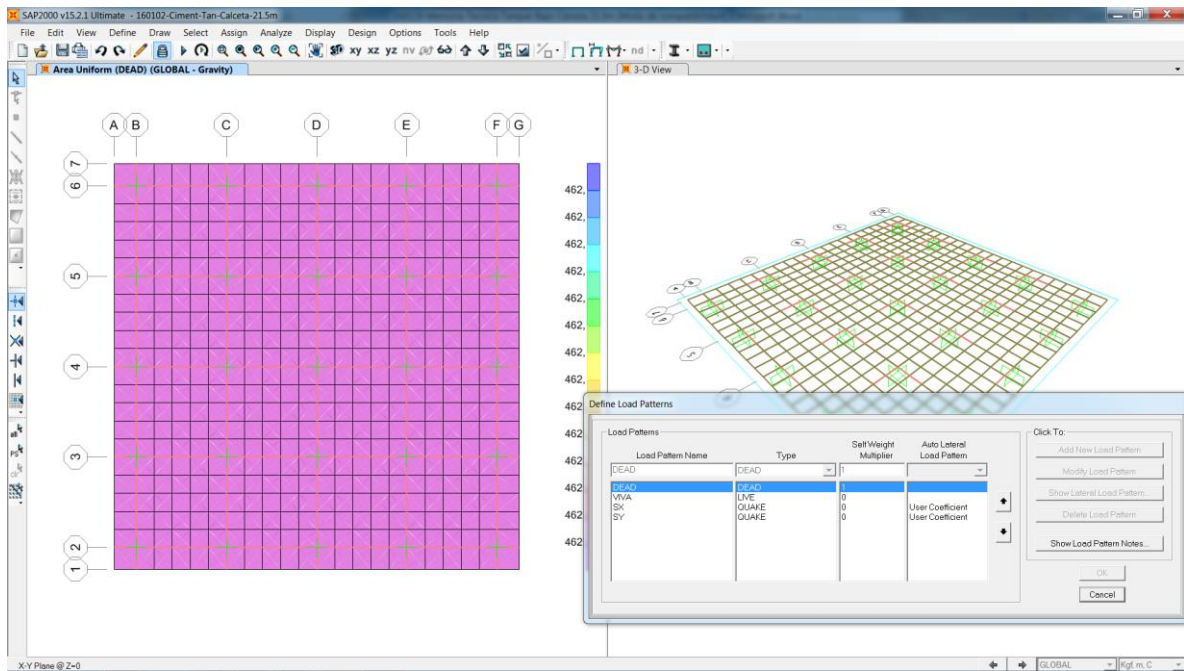


"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

La carga muerta impuesta a la estructura corresponde al peso propio de la losa de Cimentación calculada automáticamente por el programa SAP 2000, además se ha ingresado el peso del Tanque de vidrio fusionado al acero, asignado como carga repartida en la losa.

Peso considerado para el análisis de la losa de Cimentación:

- Peso del Tanque (102.6Ton/462.25m²)0.222 Ton/m².
 - Peso del Hormigon de Segunda Etapa.....0.240 Ton/m².
 - Peso Propio (Vigas y Losa) lo considera el programa
- Total de Carga Muerta =0.462 Ton/m²



Imágen 29: Carga muerta

Fuente: Consultor

Carga Viva

La carga viva asignada a la estructura a nivel de cubierta, corresponde al peso del personal de montaje y mantenimiento. También se incluyó la Peso del agua.

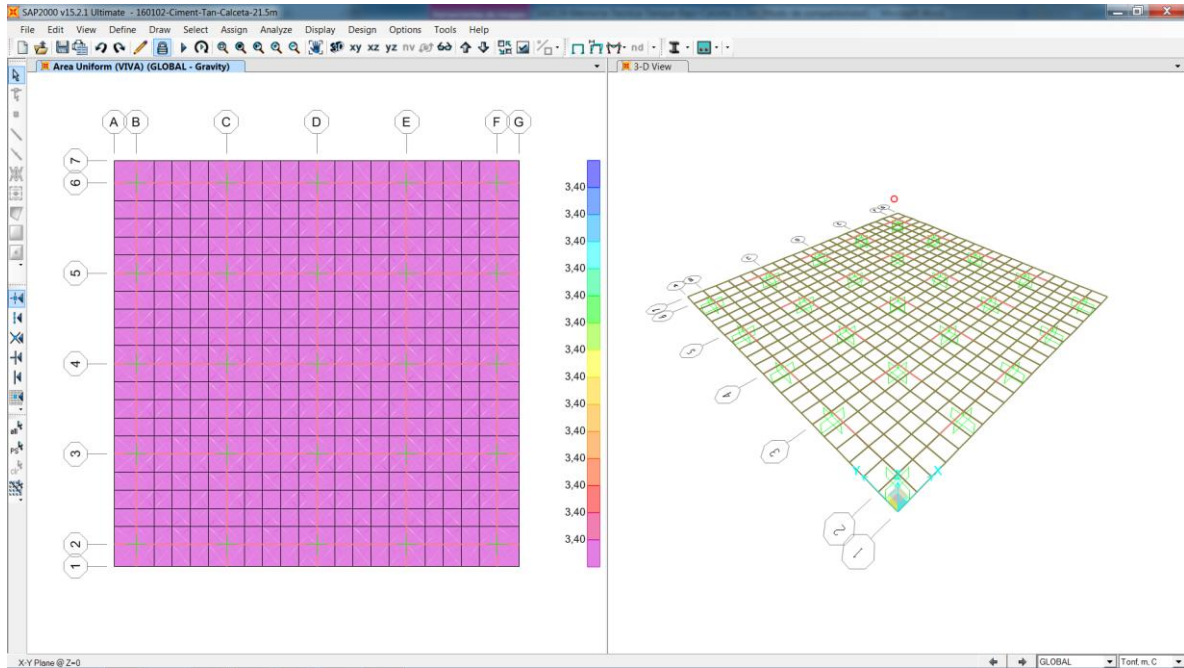
Peso considerado para el análisis de la losa de Cimentación:

- Peso del Agua (1537.62Ton/462.25m²).....3.326 Ton/m².
- Mantenimiento.....0.075 Ton/m²



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

Total de Carga Viva = 3.401 Ton/m²



Imágen 30: Carga viva

Fuente: Consultor

Carga Sísmica

Proviene de las ondas que actúan sobre las cimentaciones de la estructura ante eventos telúricos, tectónicos y volcánicos, para nuestro análisis estructural, se utilizó el procedimiento estático del cortante basal de diseño, (El cortante basal es la suma de las fuerzas horizontales equivalentes a la acción sísmica, que actúan sobre toda la estructura).

El cortante basal total de diseño V, que será aplicado, se determinara mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{ISa(Ta)}{R\Phi_P\Phi_E} W$$

Donde:

W Carga gravitacional que está presente en la estructura cuando actúa el sismo de diseño.

Sa Espectro Elástico de Diseño en Aceleraciones.

I Coeficiente de Importancia de la estructura I= 1.5 (Ver Tabla 6 del NEC 15 Capitulo NEC_SE_DS Peligro Sísmico).



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

R Coeficiente de Reducción de la Fuerza Sísmica $R=3$ (Ver Tabla 18 del NEC 15 Capítulo NEC_SE_DS Peligro Sísmico).

ΦP Coeficiente de Irregularidad Estructural en Planta $\Phi P=1$ (Ver Tabla 13 del NEC 15 Capítulo NEC_SE_DS Peligro Sísmico).

ΦE Coeficiente de Irregularidad Estructural en Elevación $\Phi E=1$ (Ver Tabla 14 del NEC 15 Capítulo NEC_SE_DS Peligro Sísmico).

Donde Espectro Elástico de Diseño (S_a) se la determina de la siguiente expresión:

$$S_a = nZF_a \rightarrow T_0 \leq T \leq T_c$$

$$S_a = nZF_a \left(\frac{T_c}{T} \right)^r \rightarrow T > T_c$$

$$T = C_t h_n^\alpha$$

$$T_0 = 0.1 F_s \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_c = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a}$$

n Razón entre la aceleración espectral $S_a(T=1s)$ [1.8 (Costa), 2.48 (Sierra) y 2.6 (Oriente)].

Z Factor de Peligrosidad Sísmica de la Zona $Z=0.50$ Zona Sísmica VI (Ver Tabla 1 del NEC 15 Capítulo NEC_SE_DS Peligro Sísmico).

Fa, Fd, Fs Coeficientes de Amplificación o de amplificación dinámica de perfiles de suelos $F_a=1.12$, $F_d=1.11$ y $F_s=1.40$ (Ver Tablas 3, 4 y 5 del NEC 15 Capítulo NEC_SE_DS Peligro Sísmico).

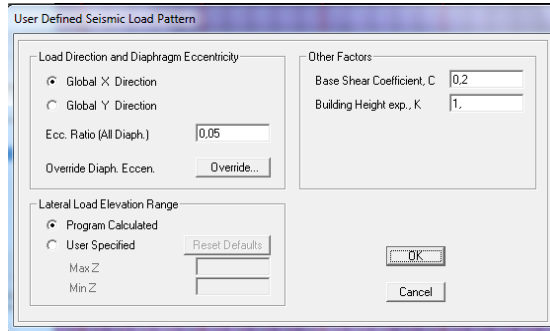
T Periodo de Vibración.

Ct Coeficiente de Vibración $C_t=0.055$ (Ver Pág. 62 del NEC 15 Capítulo NEC_SE_DS Peligro Sísmico).

hn Altura máxima de la Estructura.



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"



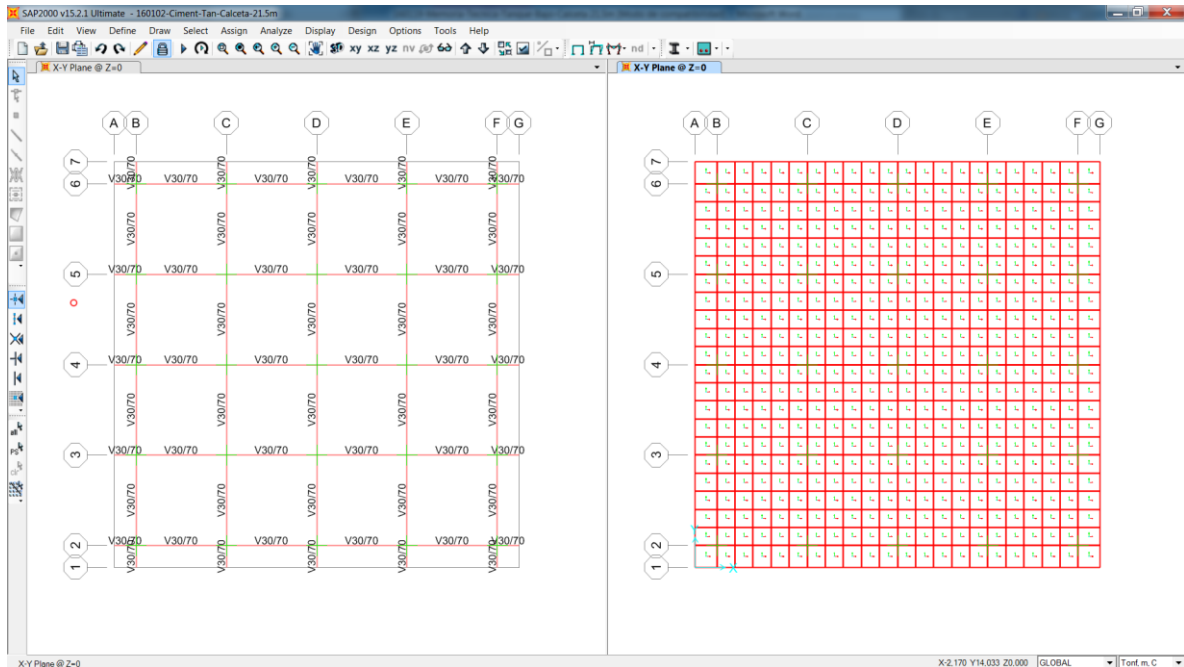
Imágen 31: Carga sísmica

Fuente: Consultor

El programa analiza la distribución de fuerzas internas y calcula los desplazamientos bajo diversas condiciones de carga, para después realizar la verificación estructural (diseño) por medio de los esfuerzos para chequear el espesor asignado a cada elemento.

Modelo Estructural en Sap2000

En la figuras 34y35 se presenta el modelo estructural de la Losa de Cimentación, simulado en el Sap2000, la cual consta de elementos tipo frame y elementos tipo Shell.

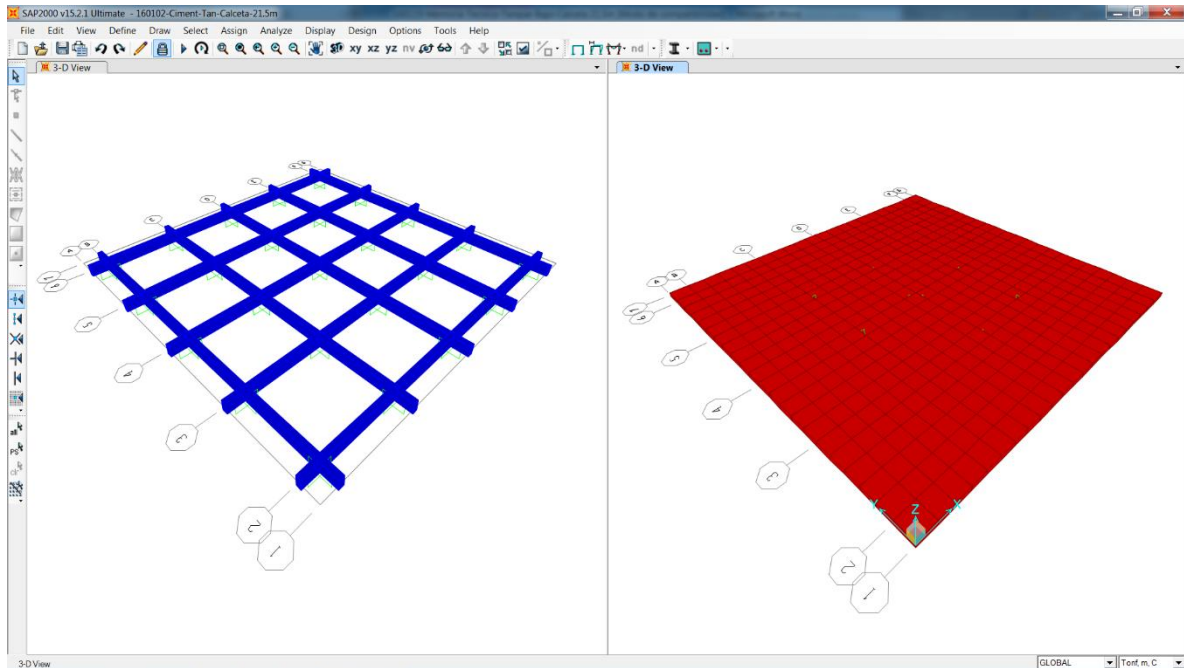


Imágen 32: Elementos tipo Frame y tipo shell

Fuente: Consultor



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



Imágen 33: Elementos tipo Frame y tipo shell vista 3D

Fuente: Consultor

Solicitaciones de carga

Las solicitaciones de carga introducidas en el modelo estructural, son las descritas en los puntos 4.4, 4.5 y 4.6, y los valores los apreciamos en la figura

Fuerzas Internas

Después de haber ingresado todas las propiedades geométricas, materiales y cargas solicitantes, se procedió a ejecutar el modelo estructural, mostrando a continuación los diagramas de Cortante Torsión y Momento Flector, en las siguientes figuras 36,37,38,39,40,41,42,43

Resistencia de Diseño

Combinaciones de Carga

La resistencia de diseño requerida “U” de acuerdo a lo estipulado en el capítulo 9.2, del código del ACI-318s-08, es que esta debe ser por lo menos igual al efecto de las cargas



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

mayoradas, para tal efecto se presenta a continuación las combinaciones de carga mayorada utilizada en el presente diseño.

$$U=1.4D \quad (9-4 \text{ del ACI-318s-08})$$

$$U=1.2D+1.6L \quad (9-5 \text{ del ACI-318s-08})$$

$$U=1.2D+1.0L \pm 1.0E \quad (9-6 \text{ del ACI-318s-08})$$

Donde:

D = Carga muerta de la estructura (peso propio)

L = Carga viva impuesta en la estructura

E = Carga de sismo o viento

Coefficientes de Reducción

Los factores de reducción para encontrar la resistencia nominal de un elemento de diseño están determinados por los siguientes valores en función de la condición a diseñar:

Valor de Φ	Miembro
0.90	Sección total en tracción
0.60	Cortante sísmico
0.90	Miembros en flexión
0.65	Miembros en compresión axial
0.75	Cortante y torsión

Tabla 25: Valores de RO
Fuente: Consultor

El requisito básico para el diseño por resistencia se puede expresar como:

$$\text{Resistencia de diseño} \geq \text{Resistencia requerida}$$

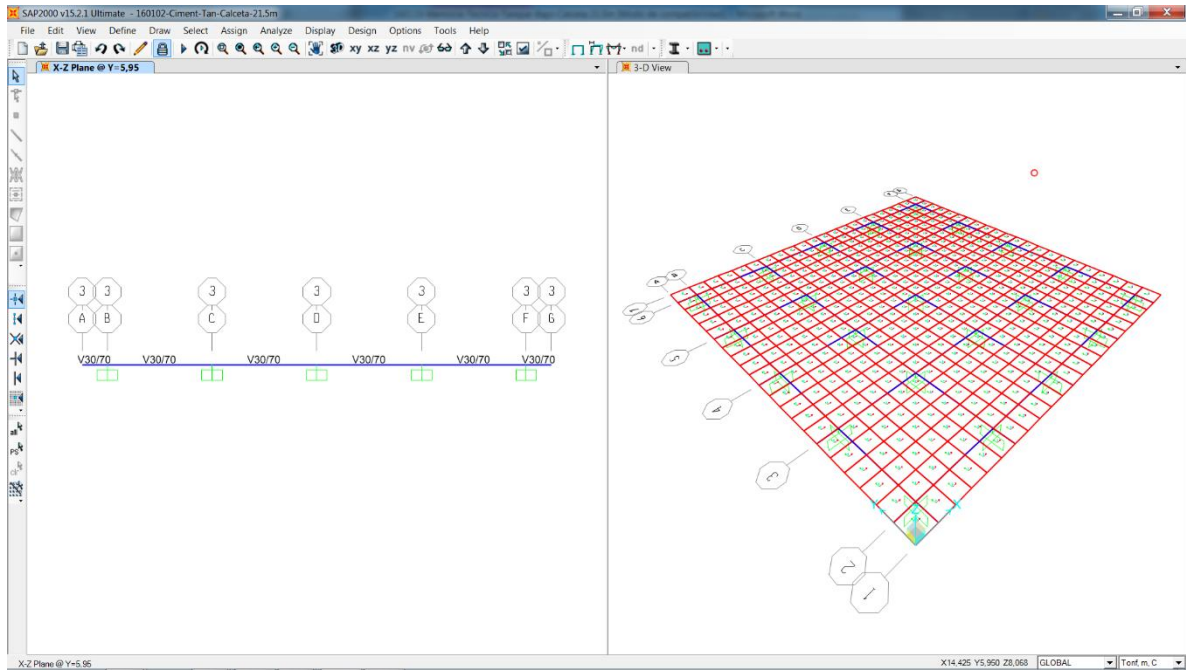
$$\Phi (\text{Resistencia nominal}) \geq U$$

Resultados

En las figuras siguientes se puede apreciar el diseño de la estructura para resistir las fuerzas internas, y este diseño está reflejado en los planos estructurales adjuntos a esta memoria técnica.

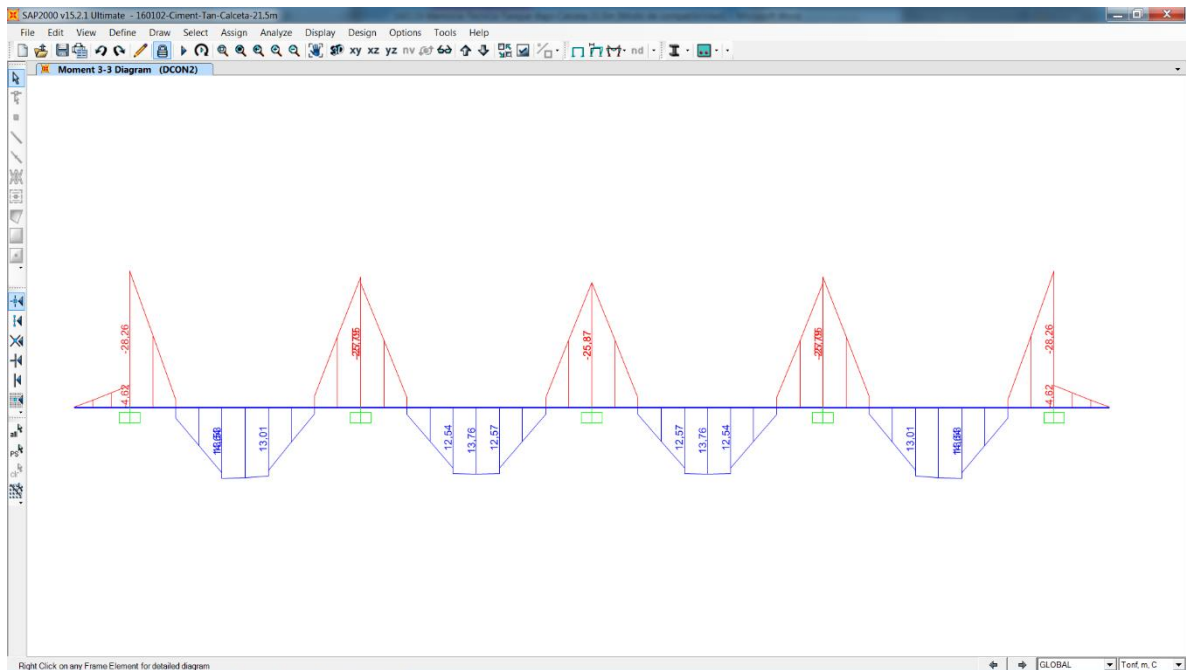


"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"



Imágen 34: Viga tipo

Fuente: Consultor

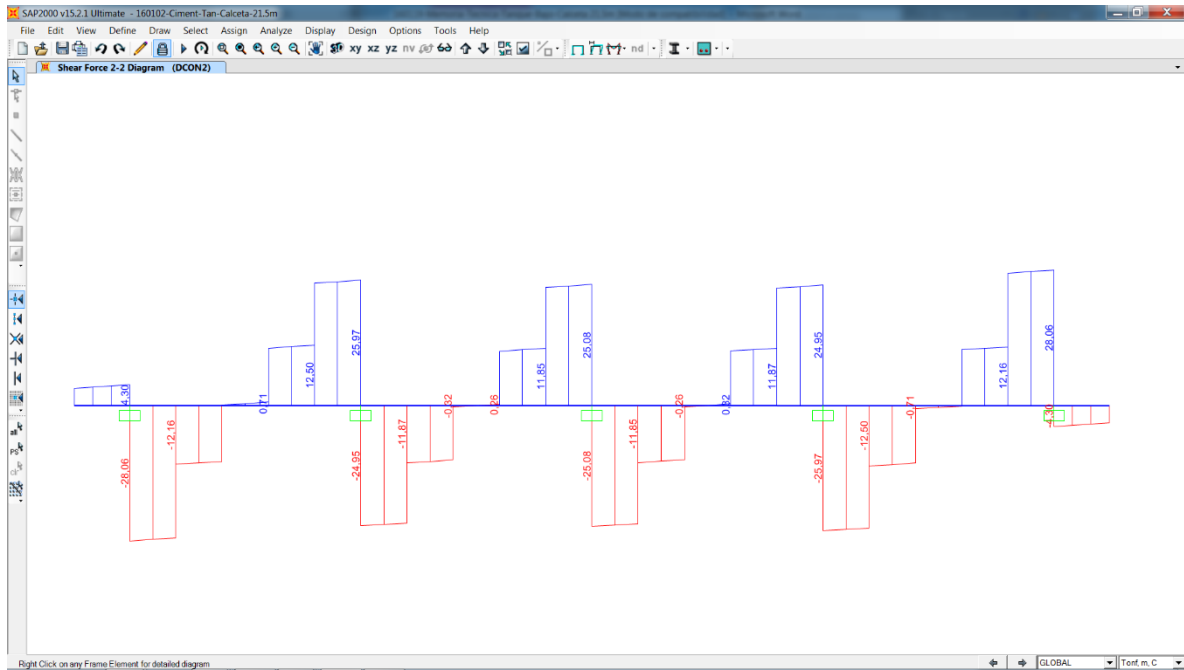


Imágen 35: Momento M33 en viga tipo

Fuente: Consultor

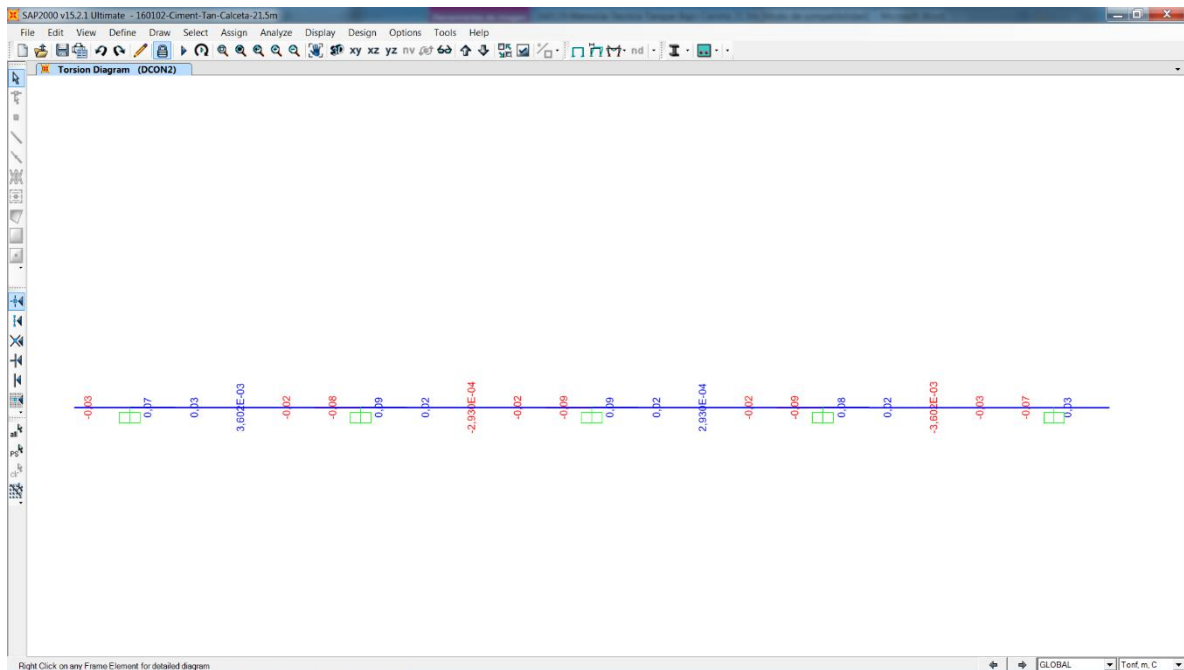


"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"



Imágen 36: Cortante V22 en viga tipo

Fuente: Consultor

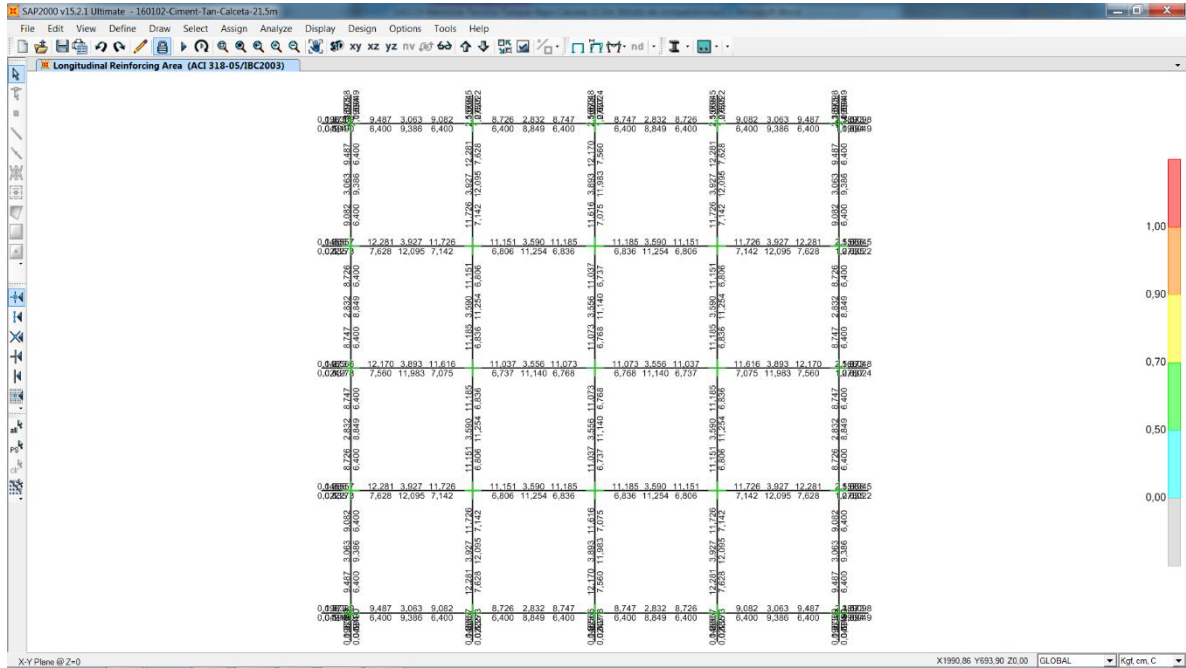


Imágen 37: Torsión en viga tipo

Fuente: Consultor

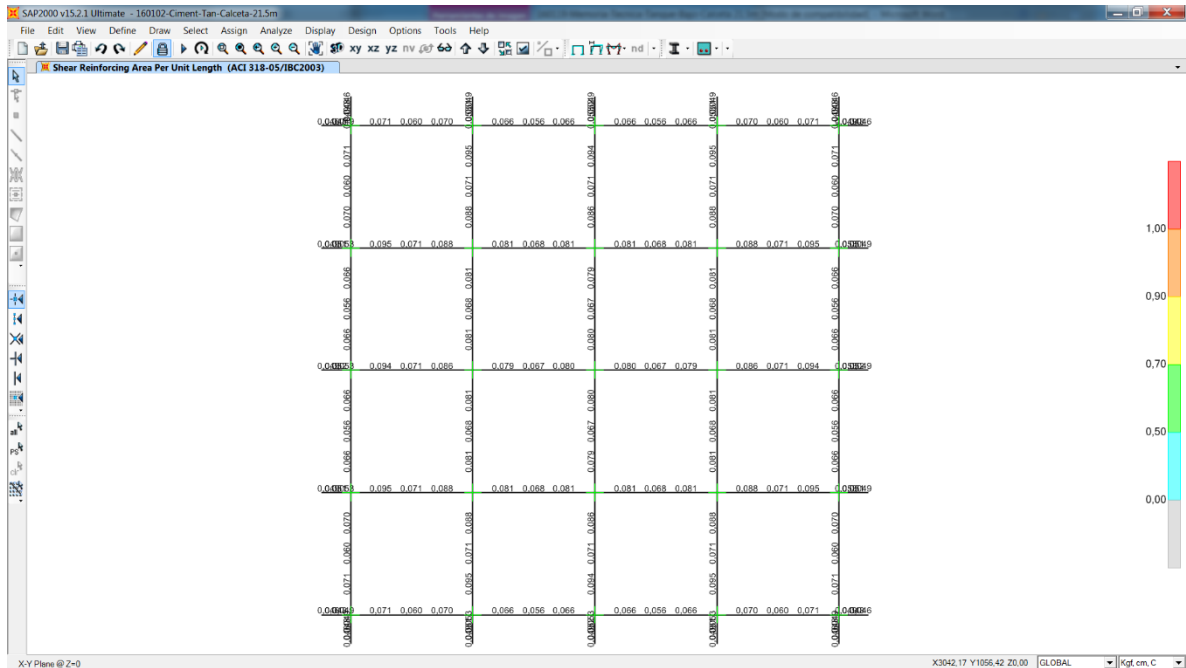


"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"



Imágen 38: Diseño de vigas a la flexión

Fuente: Consultor

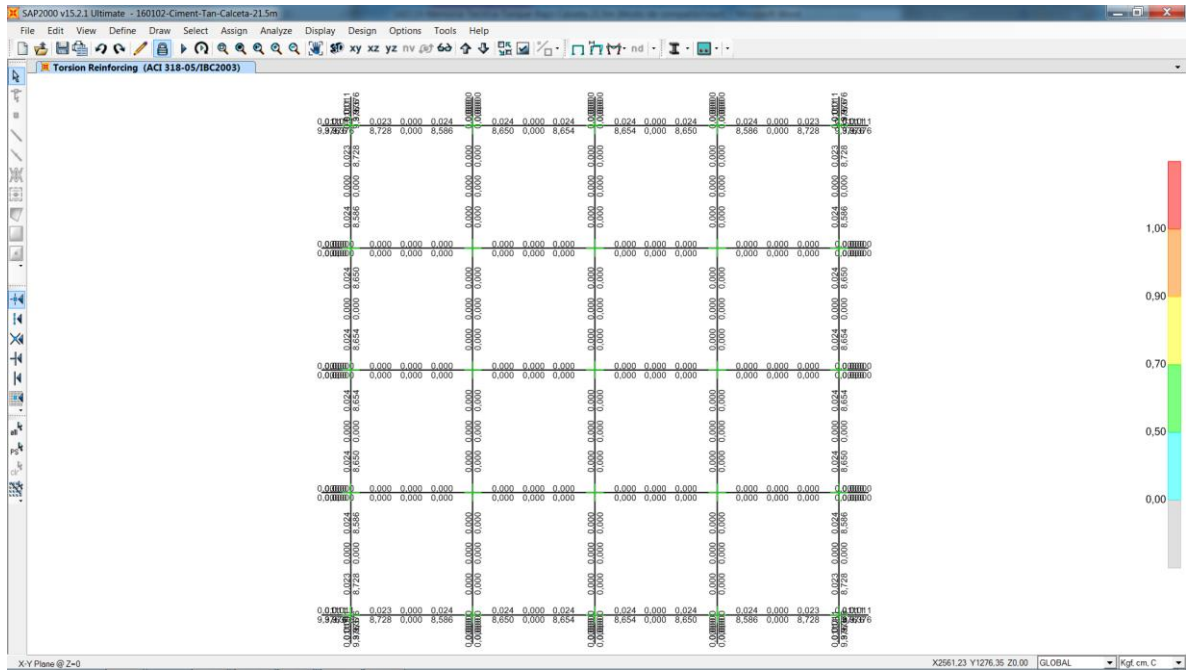


Imágen 39: Diseño de vigas al cortante

Fuente: Consultor

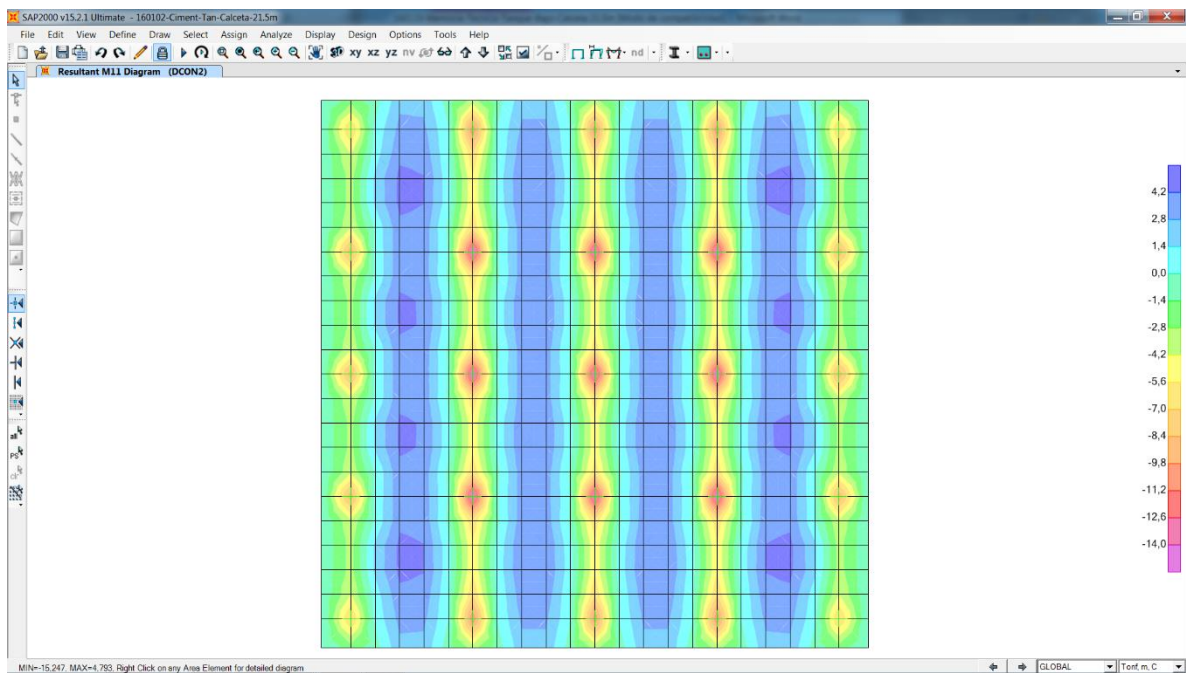


"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"



Imágen 40: Diseño de vigas a la torsión

Fuente: Consultor

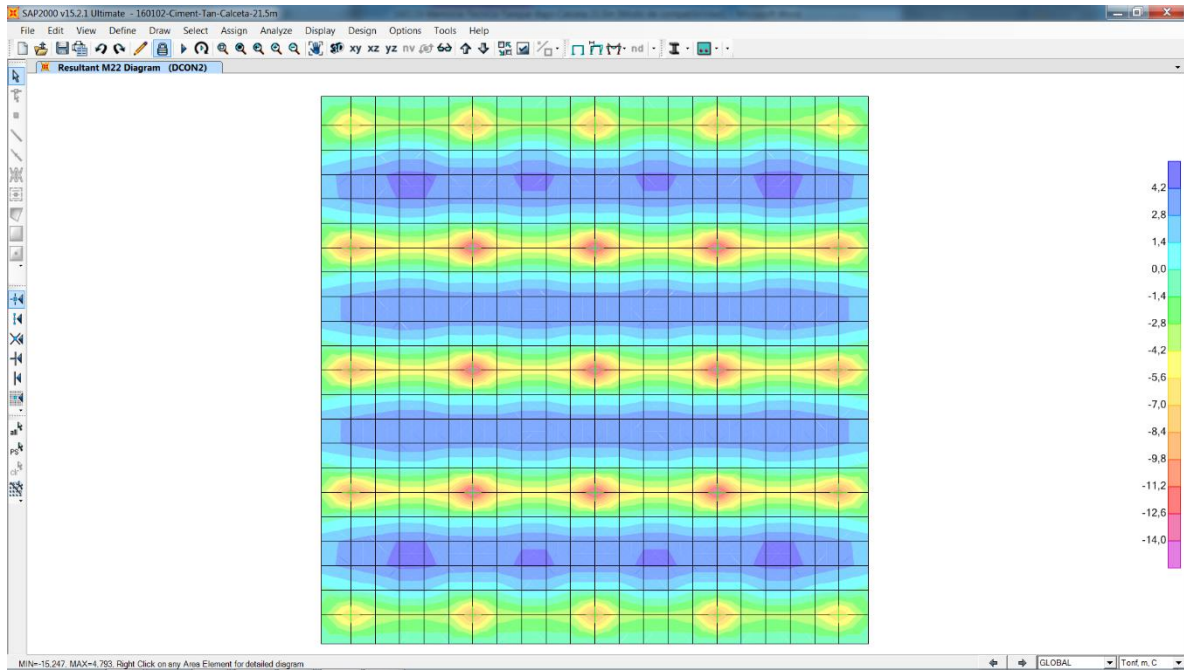


Imágen 41: Diseño de la losa Momento M11

Fuente: Consultor

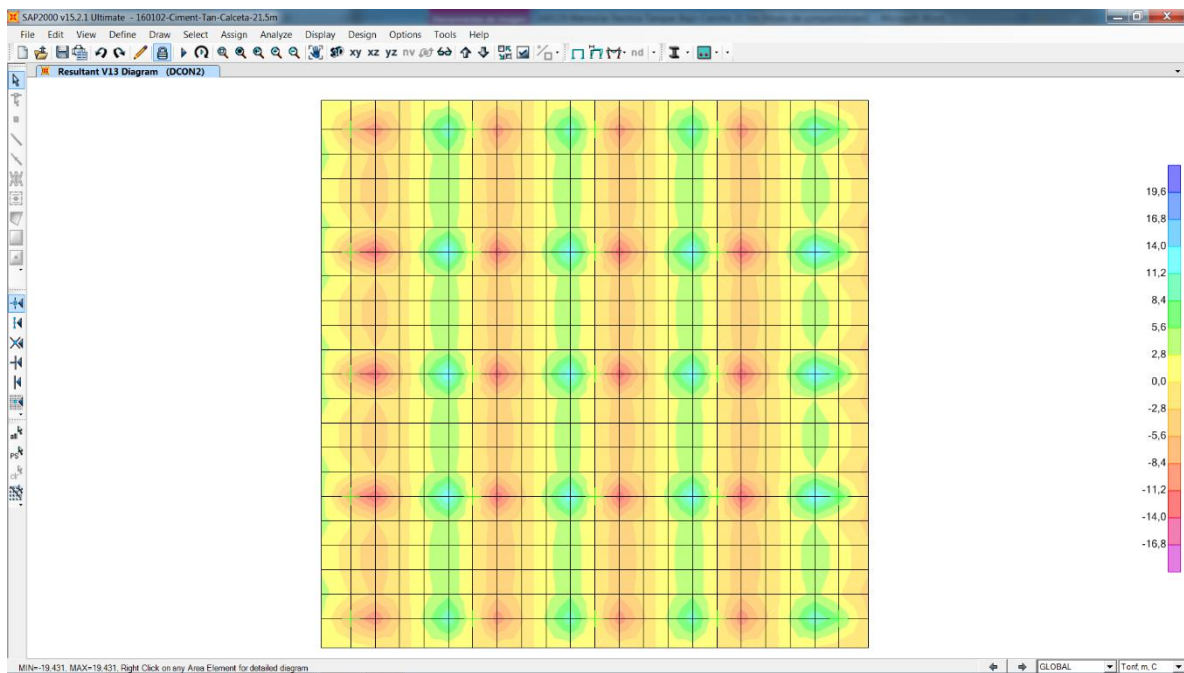


**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



Imágen 42: Diseño de la losa Momento M22

Fuente: Consultor

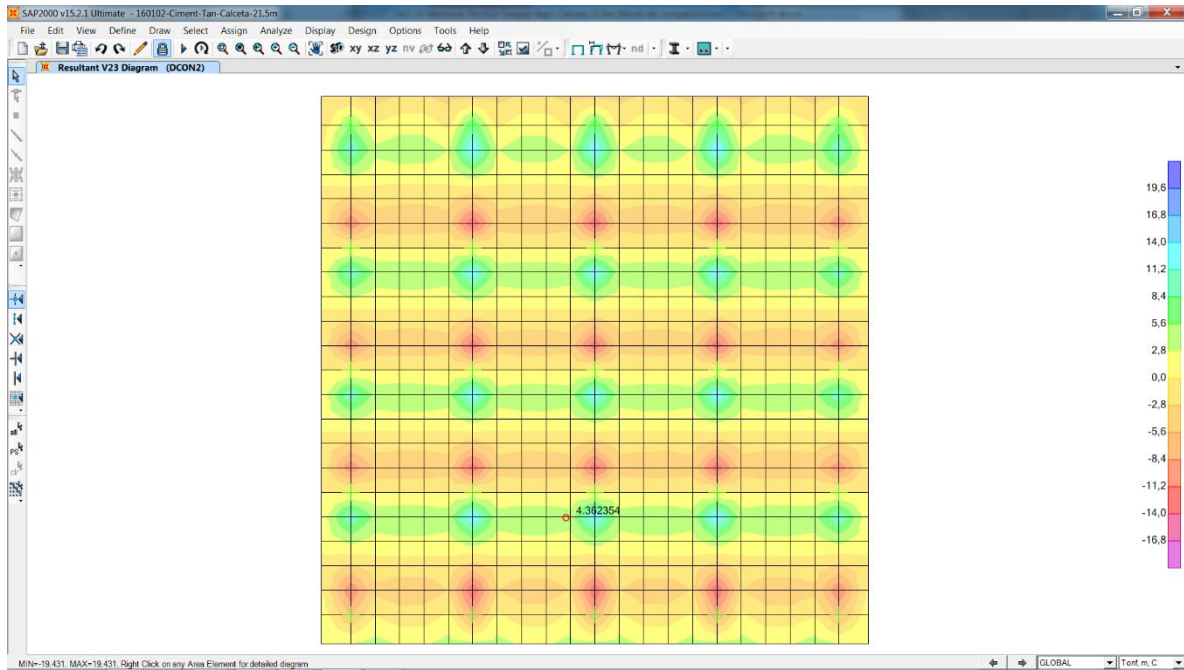


Imágen 43: Diseño de la losa cortante V13

Fuente: Consultor

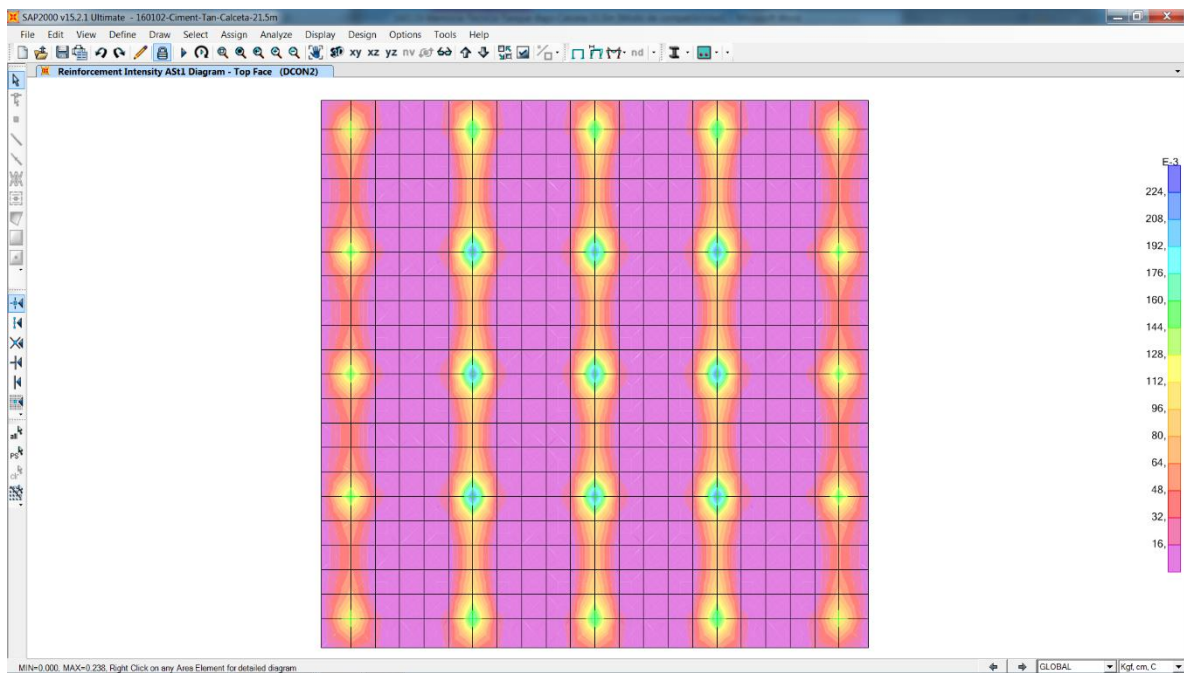


"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"



Imágen 44: Diseño de la losa cortante V23

Fuente: Consultor

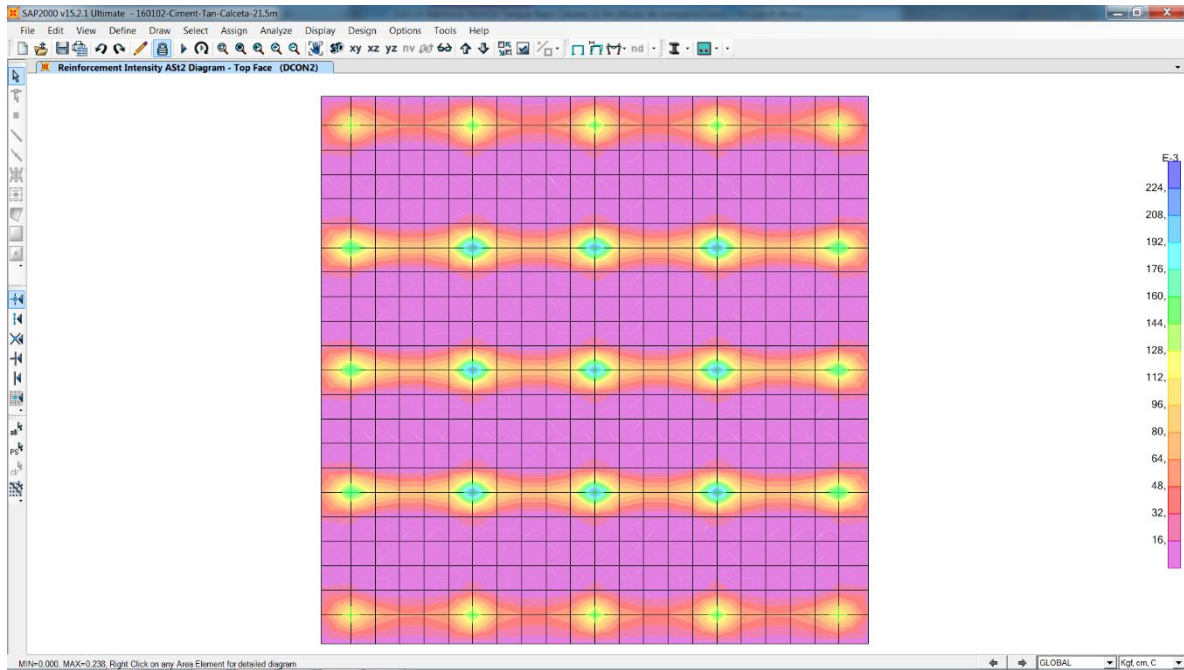


Imágen 45: Diseño de la losa Acero superior Ast.1

Fuente: Consultor

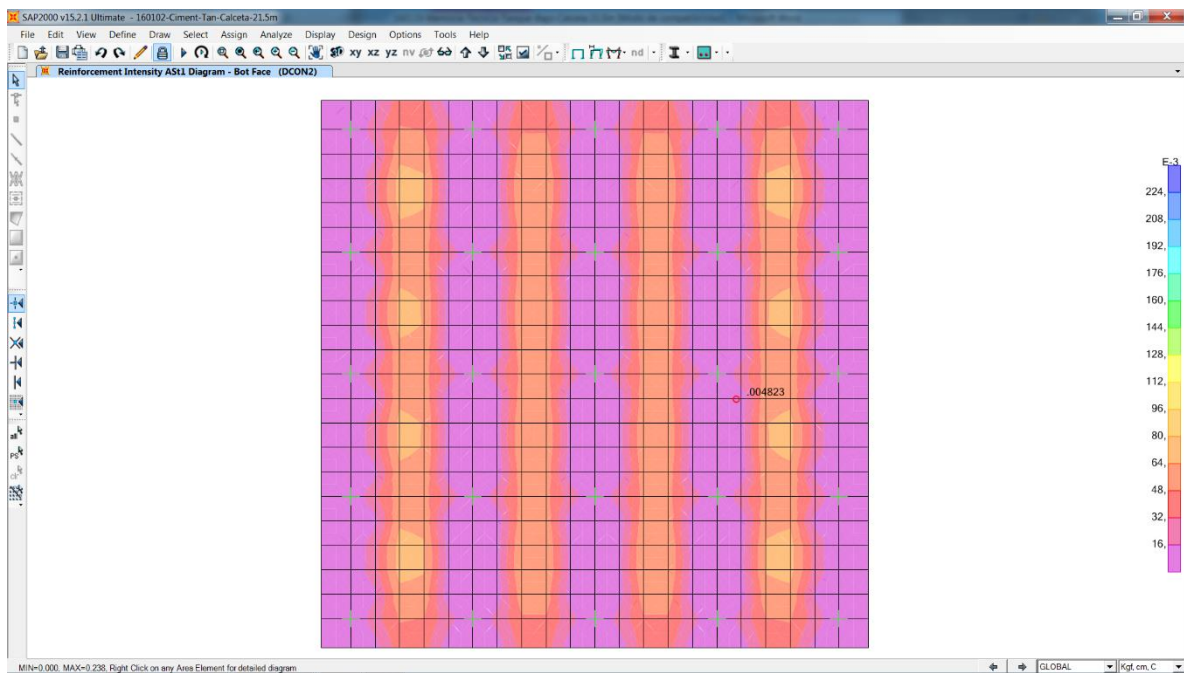


"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"



Imágen 46: Diseño de la losa Acero superior Ast.2

Fuente: Consultor

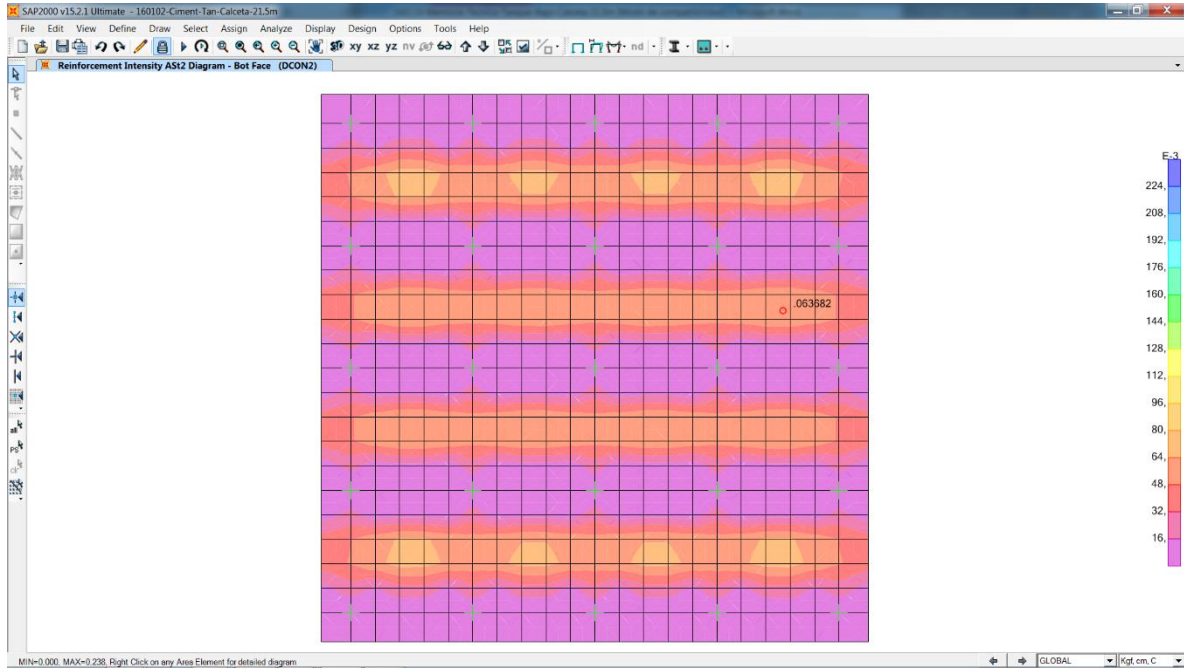


Imágen 47: Diseño de la losa Acero Inferior Ast.1

Fuente: Consultor



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



Imágen 48: Diseño de la losa Acero Inferior Ast.2

Fuente: Consultor

4.4.2.4. RECOMENDACIÓN

Se recomienda mantener la geometría de los elementos estructurales y armaduras indicadas en los planos estructurales y comprobados en esta memoria de cálculo.

ING. DANIEL ANDRES GUEVARA MARQUEZ

REG. No. 1016-2022-2514655

Especialista hidráulico