



ÍNDICE ANALÍTICO

1	CAPÍTULO: INTRODUCCIÓN	1
1.1	Presentación.....	1
1.2	Planteo de la problemática	1
1.3	Objetivos y Alcances	3
1.3.1	¿Qué es un Plan Director de Agua Potable?	4
1.3.2	Propuesta de Plan Director.....	5
1.4	Metodología.....	6
2	CAPÍTULO: RELEVAMIENTO DE DATOS Y RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES.....	7
2.1	Recopilación de información básica.....	7
2.1.1	Cartografía, imágenes satelitales.....	7
2.1.2	Bases de Datos	7
2.1.3	Estudios específicos.....	7
2.2	Legislación vigente	8
2.2.1	Internacional.....	8
2.2.2	Nacional	9
2.2.3	Provincial.....	11
2.2.4	Municipal	16
3	CAPÍTULO: ASPECTOS GENERALES DE LAS CIUDADES DE UNQUILLO Y MENDIOLAZA	24
3.1	Ubicación – descripción geográfica	24
3.2	Accesibilidad.....	25
3.3	Reseña Histórica	26
3.4	Medio Natural.....	28
3.4.1	Topografía y Relieve.....	28
3.4.2	Clima	29
3.4.3	Geomorfología y Suelos	32
3.4.4	Hidrología.....	34
3.4.5	Flora y Fauna	40
3.5	Medio adaptado.....	43
3.5.1	Proceso de Urbanización.....	43
3.5.2	Desarrollo Espacial y Planes Urbanos de Crecimiento	43
3.5.3	Uso del Suelo	44
3.5.4	Infraestructura vial	46
3.5.5	Infraestructura de servicios.....	47
3.5.6	Agua Potable – Cooperativa de Agua Obras y Servicios Públicos Unquillo Mendiolaza Ltda.	48
4	CAPÍTULO: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL – ESTUDIO DE LA OFERTA.....	52
4.1	Introducción.....	52
4.2	Fuentes de abastecimiento.....	55
4.2.1	Acueducto Sierras Chicas (Río Ceballos- Unquillo - Mendiolaza).	55
	Sistema La Quebrada.....	55
4.2.2	Acueducto Sierras Chicas (Villa Allende-Unquillo-Mendiolaza). Sistema Suquia.	57
4.2.3	Pozos en funcionamiento.....	63
4.2.4	Fuentes utilizadas actualmente – Resumen de los ingresos al sistema.	65



1.	Ingresos provenientes de planta “La Calera”	65
2.	Ingresos provenientes de planta “La Quebrada”	66
3.	Ingresos provenientes de Pozo Malvinas:.....	66
4.3	Almacenamientos	67
4.3.1	Cisterna Parquecito o Cisterna Malvinas	68
4.3.2	Cisterna A y Abis	69
4.3.3	Cisterna B.....	70
4.3.4	Cisterna C	71
4.3.5	Cisterna D	71
4.3.6	Cisterna E.....	72
4.3.7	Cisterna Villa Díaz	73
4.3.8	Resumen de la cisterna existentes	73
4.4	Estaciones de Bombeo y Conductos de Impulsión	73
4.4.1	Estación de bombeo Cisterna “San Alfonso”.....	74
4.4.2	Estación de bombeo Cisterna “Malvinas”.....	75
4.4.3	Estación de bombeo e Impulsión en Pozo Malvinas.....	77
4.4.4	Estación bombeo e impulsión Cisterna “C”	78
4.4.5	Estación de bombeo en Pozo “Villa Díaz”	79
4.5	Red de distribución	79
4.5.1	Acueducto Sierras Chicas y vinculaciones entre cisternas.....	79
4.5.2	Red de distribución	80
4.5.3	Conducciones.....	82
4.5.4	Accesorio utilizados en Acueducto y Redes	93
5	CAPÍTULO: ESTUDIO DE LA DEMANDA	100
5.1	Introducción	100
5.2	Periodo de diseño.....	100
5.3	Población y Distribución Espacial	101
5.3.1	Población Urbana	102
5.3.2	Proyección Demográfica.....	105
5.3.3	Distribución Espacial	112
5.4	Dotación y consumos	120
5.4.1	Caudales de diseño	122
5.4.2	Cantidad de Conexiones – Consumo Actual.....	122
5.4.3	Resumen de Consumos Calculados.....	126
6	CAPÍTULO: CALIDAD DEL AGUA.....	127
6.1	Introducción.....	127
6.1.1	Origen de la contaminación	127
6.2	Parámetros de calidad.....	129
6.2.1	Parámetros físicos.....	129
6.2.2	Parámetros químicos.....	129
6.2.3	Parámetros microbiológicos.....	131
6.2.4	Parámetros de calidad en el sistema actual.....	132
6.3	Desinfección del agua	132
6.3.1	Desinfección por agentes químicos y físicos	132
6.3.2	Requisitos a cumplir para la desinfección	133
6.4	Cloración	133
6.4.1	Curva del cloro residual	133
6.4.2	Acción bactericida del cloro	134
6.4.3	Tipos de cloración	135
6.4.4	Cantidad de cloro necesaria para la desinfección.....	136



7	CAPÍTULO: ANÁLISIS Y MODELACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL.....	138
7.1	Introducción.....	138
7.2	Descripción del modelo hidráulico EPANET	138
7.2.1	Componentes Físicos de la Red	139
7.2.2	Algoritmos de Cálculo.....	140
7.2.3	EpaCAD	141
7.2.4	Construcción del Modelo	141
7.3	Aplicación al sistema de Unquillo - Mendiolaza	141
7.3.1	Situación Actual y Calibración del Modelo	144
7.3.2	Sistema de Agua Potable Unquillo Mendiolaza: Abastecimiento.....	146
7.3.3	Sistema de Agua Potable Unquillo Mendiolaza: Redes de distribución	154
8	CAPÍTULO: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN.....	162
8.1	Diagnóstico de la situación actual.....	162
8.1.1	Fuente: Balance Ingresos – Egresos	162
8.1.2	Almacenamientos	166
8.1.3	Interconexiones: Sistemas de bombeos	167
8.1.4	Redes de distribución	173
8.1.5	Administración y Operación del Sistema.....	176
8.2	Planteo de Escenarios Futuros.....	177
8.2.1	Fuente	177
8.2.2	Almacenamientos	177
8.2.3	Interconexiones: Sistemas de Bombeo.....	177
8.2.4	Redes de distribución	178
8.3	Medidas propuestas	178
8.3.1	Estructurales.....	178
8.3.2	No Estructurales	179
9	CAPÍTULO: DESARROLLO DE LAS SOLUCIONES PLANTEADAS.....	181
9.1	Solución Obra Tipo	181
9.1.1	Estaciones de bombeo	182
9.1.2	Verificación del Golpe de Ariete.....	189
9.1.3	Almacenamiento necesario.....	190
9.1.4	Cómputo y presupuesto.....	197
9.2	Soluciones particulares.....	198
9.2.1	Villa Aurora.....	198
9.2.2	Nuevos Loteos.....	199
9.2.3	Certificado de Factibilidad Técnica y Certificado de Fuente.....	200
10	CAPÍTULO: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	202
11	CAPÍTULO: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	207



ÍNDICE DE FIGURAS

1 CAPÍTULO: INTRODUCCIÓN

2 CAPÍTULO: RELEVAMIENTO DE DATOS Y RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

3 CAPÍTULO: ASPECTOS GENERALES DE LAS CIUDADES DE UNQUILLO Y MENDIOLAZA

<i>Figura 1: Ubicación de las localidades de Unquillo y Mendiolaza</i>	24
<i>Figura 2: Accesibilidad a Unquillo y Mendiolaza</i>	26
<i>Figura 3: Temperaturas Medias de los meses de Enero y Julio para la Pcia. de Córdoba</i>	29
<i>Figura 4: Temperatura y Precipitación Media Mensual (Los Suelos 2003)</i>	30
<i>Figura 5: Balance Hídrico Climático (Los Suelos 2003)</i>	30
<i>Figura 6: Precipitaciones en Unquillo-Mendiolaza (Cooperativa U-M Ltda.)</i>	31
<i>Figura 7: Comparativo de Precipitaciones Anuales</i>	31
<i>Figura 8: Precipitaciones en Planta Potabilizadora "La Quebrada"</i>	32
<i>Figura 9: Mapa Geomorfológico de la Provincia de Córdoba</i>	33
<i>Figura 10: Ubicación Cuenca "La Quebrada"</i>	36
<i>Figura 11: Comparación de los Niveles del Dique "La Quebrada" (Cooperativa U-M Ltda.)</i>	37
<i>Figura 12: Sistema "San Roque"</i>	39
<i>Figura 13: Arroyos de Unquillo y Mendiolaza-Ubicación de Pozos en Funcionamiento</i>	40
<i>Figura 14: Ley 9841 - Primera Etapa</i>	44
<i>Figura 15: Plan Regional Iplam</i>	45
<i>Figura 16: Usos de Suelo en Unquillo y Mendiolaza</i>	45

4 CAPÍTULO: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL – ESTUDIO DE LA OFERTA

<i>Figura 1: Acueducto Sierras Chicas</i>	58
<i>Figura 2: Pozo Villa Díaz</i>	65
<i>Figura 3: Ubicación de las Cisternas</i>	68
<i>Figura 4: Curva característica Bombas San Alfonso</i>	75
<i>Figura 5: Curva H-Q Sistema de Bombeo Cisterna Malvinas</i>	76
<i>Figura 6: Curva H-Q bomba existente pozo Malvinas</i>	77
<i>Figura 7: Impulsión Cisterna C a Cisternas A y B</i>	78
<i>Figura 8: Curva H-Q bomba cisterna "C"</i>	79
<i>Figura 9: Áreas con servicio de agua potable</i>	82
<i>Figura 10: Diámetros y Posiciones en altura de la sección normal de un conducto</i>	86
<i>Figura 11: Propagación de la onda por Golpe de Ariete</i>	89
<i>Figura 12: Variación de la sobrepresión por golpe de ariete en cañerías cortas</i>	92
<i>Figura 13: Variación de la sobrepresión por golpe de ariete en cañerías</i>	92
<i>Figura 14: Variación de la sobrepresión por golpe de ariete en cañerías largas</i>	93
<i>Figura 15: Válvula esclusa y Cámara</i>	94
<i>Figura 16: Válvula Mariposa y Cámara</i>	94



Figura 17: Válvula reductora de presión.....	95
Figura 18: Reducción de la presión aguas abajo y mantenimiento de la misma.....	95
Figura 19: Mantenimiento de la presión aguas arriba y reducción de la presión aguas abajo.....	96
Figura 20: Cámaras rompecargas reductoras de presión	96
Figura 21: Válvula de aire triple efecto.....	97
Figura 22: Cámara de desagüe y limpieza.....	98
Figura 23: Chimenea de equilibrio	99
Figura 24: Tanque de aire.....	99

5 CAPÍTULO: ESTUDIO DE LA DEMANDA

Figura 1: Tasa de Crecimiento Poblacional.....	103
Figura 2: Evolución de la Población.....	104
Figura 3: Proyección de la Población.....	111
Figura 4: Usos del Suelo en el Área Metropolitana de Córdoba.....	113
Figura 5: Ley de Uso del Suelo N°9841 – Distribución espacial actual.....	115
Figura 6: Densidad Fundiaria.....	116
Figura 7: Planta Urbana Actual.....	117
Figura 8: Planta Urbana Actual y Nuevos Loteos.....	119
Figura 9: Planta Urbana Futura.....	120

6 CAPÍTULO: CALIDAD DEL AGUA

Figura 1: Curva de Cloro Residual.....	134
--	-----

7 CAPÍTULO: ANÁLISIS Y MODELACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

Figura 1: El procesos de Modelación.....	141
Figura 2: Parcelario de Unquillo y Mendiolaza sobre Imagen satelital georeferenciada.....	142
Figura 3: Sector de Red de distribución de Cisterna B en formato Cad.....	143
Figura 4: Ejemplo asignación de consumos para el Nudo J-18.....	143
Figura 5: Patrones de Consumo Cargados al Modelo.....	144
Figura 6: Esquema Situación Actual.....	146
Figura 7: Tramo Modelo EPANET Sistema de Abastecimiento.....	147
Figura 8: Comportamiento de la cisterna Parquecito y Cisterna C.....	148
Figura 9: Comportamiento Equipo de Bombeo Cisterna Malvinas – Grundfos 3+1 CR90-50-2.....	148
Figura 10: Comportamiento Equipo de Bombeo Pozo Malvinas - DAB KDN65-250-263.....	149
Figura 11: Comportamiento bombeo desde cisterna C a cisterna A, Abis y B.....	150
Figura 12: Depósitos y Conexiones dependientes de cisterna C.....	151
Figura 13: Nivel de agua en la cisterna “C”.....	151
Figura 14: Niveles de agua en las Cisternas Abis, B y C.....	152
Figura 15: Niveles de agua en las Cisternas A y C.....	152
Figura 16: Niveles de agua en las cisternas C y E.....	153
Figura 17: Niveles de agua en todos los depósitos del sistema.....	153
Figura 18: Velocidades y Presiones – Subsistema I.....	154
Figura 19: Mapa Isolineas de Presión Cisterna A.....	155



<i>Figura 20: Diámetro y Presión – Subsistema II</i>	156
<i>Figura 21: Velocidades y Presiones – Subsistema II</i>	156
<i>Figura 22: Mapa de Isolíneas de Presión – Subsistema II</i>	157
<i>Figura 23: Diámetros y Presiones – Subsistema III</i>	158
<i>Figura 24: Velocidades y Presiones - Subsistema III</i>	158
<i>Figura 25: Mapa de Isolíneas de Presión – Subsistema III</i>	159
<i>Figura 26: Presiones y Velocidades - Subsistema IV</i>	160
<i>Figura 27: Mapas de Isolíneas de Presión considerando Qmh y Qmd</i>	161

8 CAPÍTULO: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

<i>Figura 1: Población Provincia vs. Población Plan Director</i>	164
<i>Figura 2: Cupos vs. Caudales de diseño</i>	164
<i>Figura 3: Líneas de Altura Piezométrica y Altura Disponible - Malvinas a Cisterna C</i>	170
<i>Figura 4: Líneas de altura Piezométrica y Altura Disponible - Tramo Reemplazado</i> .	171
<i>Figura 5: Esquema impulsión Cisterna C a Cisternas A y B</i>	172
<i>Figura 6: Pérdidas en la impulsión</i>	173
<i>Figura 7: Almacenamiento actual y Almacenamiento Necesario</i>	177

9 CAPÍTULO: DESARROLLO DE LAS SOLUCIONES PLANTEADAS

<i>Figura 1: Esquema Derivación acueducto San Alfonso</i>	184
<i>Figura 2: Cámaras secas sobre el nivel del líquido con bombas y motores no sumergidos</i>	185

10 CAPÍTULO: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



ÍNDICE DE FOTOS

1 CAPÍTULO: INTRODUCCIÓN

2 CAPÍTULO: RELEVAMIENTO DE DATOS Y RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

3 CAPÍTULO: ASPECTOS GENERALES DE LAS CIUDADES DE UNQUILLO Y MENDIOLAZA

<i>Foto 1: Dique "La Quebrada"</i>	35
<i>Foto 2: Dique "San Roque"</i>	38
<i>Foto 3: Casa Central y Sede Cooperativa Unquillo-Mendiolaza Ltda.</i>	48

4 CAPÍTULO: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL – ESTUDIO DE LA OFERTA

<i>Foto 1: Planta Potabilizadora "La Quebrada"</i>	56
<i>Foto 2: Pozo Malvinas</i>	64
<i>Foto 3: Cisterna Malvinas</i>	69
<i>Foto 4: Cisternas "A y Abis"</i>	69
<i>Foto 5: Cisterna "B"</i>	70
<i>Foto 6: Cisterna "C"</i>	71
<i>Foto 7: Cisterna "D"</i>	71
<i>Foto 8: Vinculación Cisterna C y E</i>	72
<i>Foto 9: Cisterna "E"</i>	72
<i>Foto 10: Cisterna "Villa Díaz"</i>	73
<i>Foto 11: Equipo de Bombeo Cisterna Malvinas</i>	76
<i>Foto 12: Bombeo Malvinas</i>	77
<i>Foto 13: Bombeo Cisterna "C"</i>	79

5 CAPÍTULO: ESTUDIO DE LA DEMANDA

6 CAPÍTULO: CALIDAD DEL AGUA

7 CAPÍTULO: ANÁLISIS Y MODELACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

8 CAPÍTULO: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

9 CAPÍTULO: DESARROLLO DE LAS SOLUCIONES PLANTEADAS

10 CAPÍTULO: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



ÍNDICE TABLAS

1 CAPÍTULO: INTRODUCCIÓN

2 CAPÍTULO: RELEVAMIENTO DE DATOS Y RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

<i>Tabla 1: Componentes Físicos y Químicos que afectan la aceptabilidad estética.....</i>	13
<i>Tabla 2: Componentes Inorgánicos de Acción Directa para la Salud.....</i>	14
<i>Tabla 3: Límites Máximos para Contaminantes Orgánicos.....</i>	15
<i>Tabla 4: Parámetros Microbiológicos Básicos.....</i>	16
<i>Tabla 5: Parámetros Microbiológicos Complementarios.....</i>	16

3 CAPÍTULO: ASPECTOS GENERALES DE LAS CIUDADES DE UNQUILLO Y MENDIOLAZA

4 CAPÍTULO: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL – ESTUDIO DE LA OFERTA

<i>Tabla 1: Ingresos S/Acueducto Sierras Chicas.....</i>	66
<i>Tabla 2: Ingresos S/ Cupos Asignados por la Provincia.....</i>	66
<i>Tabla 3: Ingresos al Sistema.....</i>	67
<i>Tabla 4: Características de la Cisterna Malvinas.....</i>	69
<i>Tabla 5: Características Cisterna A y Abis.....</i>	70
<i>Tabla 6: Características Cisterna B.....</i>	70
<i>Tabla 7: Características Cisterna C.....</i>	71
<i>Tabla 8: Características Cisterna D.....</i>	72
<i>Tabla 9: Características Cisterna E.....</i>	73
<i>Tabla 10: Longitud de redes por cisterna según materiales utilizados [metros].....</i>	80
<i>Tabla 11: Longitud de redes por cisterna.....</i>	81
<i>Tabla 12: Área (Bruta) de servicio actual de cada cisterna.....</i>	81
<i>Tabla 13: Tuberías Plásticas, aplicaciones recomendadas.....</i>	85
<i>Tabla 14: Ventajas y desventajas de los conductos plásticos.....</i>	86

5 CAPÍTULO: ESTUDIO DE LA DEMANDA

<i>Tabla 1: Período de Diseño.....</i>	100
<i>Tabla 2: Población de Unquillo y Mendiolaza.....</i>	102
<i>Tabla 3: Población Total a nivel País, Provincia y Departamento.....</i>	102
<i>Tabla 4: Valores de Tasa de Crecimiento.....</i>	103
<i>Tabla 5: Proyección de la Población por el Método Tasa Media Anual Constante....</i>	107
<i>Tabla 6: Proyección de la Población - Método Relación Tendencia.....</i>	110
<i>Tabla 7: Resumen de las Poblaciones en Estudio.....</i>	111
<i>Tabla 8: Población de Servicio.....</i>	112
<i>Tabla 9: Áreas disponibles según Ley de Uso de Suelo.....</i>	117
<i>Tabla 10: Planta Urbana dependiente de la cisterna Malvinas.....</i>	120
<i>Tabla 11: Coeficientes de caudal (ENOHSa).....</i>	122
<i>Tabla 12: Caudales de Diseño.....</i>	122



Tabla 13: Conexiones por Cisterna.....	123
Tabla 14: Conteo de Conexiones.....	124
Tabla 15: Consumo estimado por Cisterna.....	124

6 CAPÍTULO: CALIDAD DEL AGUA

7 CAPÍTULO: ANÁLISIS Y MODELACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

Tabla 1: Fórmulas de pérdida de carga por fricción en tuberías.....	139
Tabla 2: Coeficiente de rugosidad para tuberías nuevas	140

8 CAPÍTULO: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

Tabla 1: Cupos asignados por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Provincia	162
Tabla 2: Cupos asignados en función de la Producción Final de la Planta La Calera.....	163
Tabla 3: Poblaciones y Caudales de diseño estimados	163
Tabla 4: Necesarias diarias por habitantes	166
Tabla 5: Volumen de almacenamiento (Condiciones de Diseño)	167
Tabla 6: Volumen Almacenamiento Actual.....	167
Tabla 7: Déficit Acueducto Sierras Chicas	168
Tabla 8: Estación bombeo Cisterna Malvinas – Condiciones óptimas.....	169
Tabla 9: Cálculo Hidráulico (Diseño) Conducto PVC DN250.....	169
Tabla 10: Cálculo Hidráulico Tramo 4 con reemplazo de 1200m de conducto.	170
Tabla 11: Cálculo Golpe de Ariete	171

9 CAPÍTULO: DESARROLLO DE LAS SOLUCIONES PLANTEADAS

Tabla 1: Caudal de derivación a Barrio Valle del Sol y Q2.	186
Tabla 2: Cálculos impulsión Obra tipo.....	187
Tabla 3: Sumergencia requerida para prevenir vórtices.....	188
Tabla 4: Cámara de aspiración	189
Tabla 5: Cálculo golpe de ariete	190
Tabla 6: Duración de incendios - Fuente I.N.O.S.V.....	192
Tabla 7: Necesarias diarias por habitantes	195

10 CAPÍTULO: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES