

Ruiz Mogetta, Bautista

Pre factibilidad de loteo ubicado en San Fernando del Valle de Catamarca. Análisis de viabilidad

**Tesis para la obtención del título de grado de
Ingeniero Civil**

Directores: Ganancias Martínez, Facundo Matías

Fontana, José Marcos

Documento disponible para su consulta y descarga en Biblioteca Digital - Producción Académica, repositorio institucional de la Universidad Católica de Córdoba, gestionado por el Sistema de Bibliotecas de la UCC.





UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CÓRDOBA

Universidad Jesuita

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Civil

TRABAJO FINAL

***“Pre factibilidad de loteo ubicado en San Fernando
del Valle de Catamarca. Análisis de viabilidad”***

Documentación de conformación del Informe

Final – Cátedra de Trabajo Final

Autor: Ruiz Mogetta, Bautista

Año 2020

RESUMEN

En el presente informe, realizado en el marco del Trabajo Final de los estudios de grado de Ingeniería Civil, se presenta un análisis de factibilidad que nos servirá como guía orientativa para realizar el proyecto ejecutivo pertinente de una obra de loteo en la provincia de Catamarca, más precisamente en la localidad de Valle Viejo.

A lo largo de este trabajo se analizaron aspectos poblacionales, técnicos y ambientales.

Se desplegarán trabajos sobre la hidrología, utilizando el software HEC-HMS, trabajando en la afectación del cambio de uso de suelo debido al loteo, generando una simulación con la tormenta de diseño obtenida a partir de curvas IDT de la zona.

En lo que relaciona a la red de agua potable, se eligió el tipo de red cerrada. Se realizó el diseño del trazado de la red con el software AutoCAD y luego con la utilización del software, WaterCAD, se fijó mediante una simulación las presiones en los nodos, tamaños de cañería y velocidades en cada tramo.

La evaluación de impacto ambiental es indispensable debido a que el medio ambiente se va a ver modificado por la realización de los procesos anteriormente nombrados, se realizaron matrices de tipo Leopold (1971) y Conesa-Vitora (1997) modificadas.

PALABRAS CLAVES: URBANIZACIÓN, HIDROLOGÍA, RED DE AGUA POTABLE, IMPACTO AMBIENTAL, CATAMARCA, ARGENTINA.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 2
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

ABSTRACT

This report, carried out within the framework of the Final Work of the Degree studies of Civil Engineering, presents a feasibility analysis that will serve as guidance to carry out the executive urbanistic project in the province of Catamarca, more precisely in the town of Valle Viejo.

Throughout this work, population alongside technical and environmental aspects were analyzed.

Studies on hydrology, using HEC-HMS software, analyzing the effect of development on the land use, generating a simulation with the design storm obtained from IDF curves of this area.

Regarding the potable water supply, a closed network was chosen. The network layout was designed with AutoCAD software and then with the use of the software, WaterCAD. Pressures in the nodes, pipe sizes and speeds in each run were determined by simulation.

The environmental impact assessment is indispensable because the environment will be modified by the realization of the above-appointed processes, matrices of type Leopold (1971) and Conesa-Vitora (1997) modified were carried out.

KEY WORDS: URBANIZATION, HYDROLOGY, DRINKING WATER NETWORK, ENVIRONMENTAL IMPACT

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 3
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

I. Índice de contenido

II.	Objetivos	9
II.A.	Objetivos Generales	9
II.B.	Objetivos Particulares	9
III.	Alcance y metas	10
IV.	Introducción	11
V.	Importancia del análisis de viabilidad	12
V.A.	Evaluación de proyecto privado	14
V.A.1	Evaluación de un proyecto social.	15
V.B.	Análisis de causa generadora	15
V.C.	Condiciones necesarias para la factibilidad	17
VI.	Ubicación del proyecto	19
VII.	Conectividad y accesibilidad	21
VIII.	Estudio de Población	24
VIII.A.	Proyección de la población	26
VIII.A.1	Método de la tasa geométrica decreciente	26
VIII.A.2	Método medio aritmético o proyección lineal	31
VIII.A.3	Método de ajuste de mínimos cuadrados	33
IX.	Aspectos naturales	36
IX.A.	Clima	36
IX.B.	Sismología	38
IX.B.1	Clasificación de las construcciones según su destino y funciones ..	40
IX.B.2	Sismos registrados	41
X.	Geología/Geomorfología	44
X.A.	Pendientes	49
XI.	Legislación vigente	52
XII.	Análisis Hidrológico	54
XII.A.	Externalidades del loteo	54
XII.B.	Análisis interno	58
XII.B.1	Cálculo del tiempo de concentración	61
XII.B.2	Determinación de lluvia de diseño	67
XII.B.3	Modelación Hidrológica	73
XII.C.	Modelación cuenca interna. Estado actual	74
XII.C.1	Cuenca Norte	74
XII.C.2	Cuenca Sur	75
XII.D.	Modelación estado futuro	76
XII.D.1	Cuenca norte	76
XII.D.2	Cuenca sur	77
XII.E.	Análisis de resultados y mitigación	78

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 4
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

XII.E.1	Expresión utilizada. Fórmula de Manning	81
XII.E.2	Canal norte.....	82
XII.E.3	Canal sur.....	83
XIII.	Red de agua potable	86
XIII.A.	Introducción	86
XIII.B.	Parámetros de diseño.....	88
XIII.B.1	Población	88
XIII.B.2	Demanda / Dotación	89
XIII.B.3	Trazado de la red.....	89
XIII.B.4	Cálculo de consumos.....	89
XIII.B.5	Caudal hectométrico	91
XIII.B.6	Velocidades límites	93
XIII.B.7	Presiones límites	94
XIII.C.	Consideraciones para adoptar un sistema mixto.....	95
XIII.D.	Presentación del modelo empleado: WaterCAD.....	98
XIII.D.1	Presentación de resultados.....	99
XIII.D.2	Velocidades.....	99
XIII.D.3	Presiones	102
XIII.E.	Opciones de materiales para las tuberías	105
XIII.F.	Computo/Presupuesto estimado.....	107
XIV.	Evaluación impacto ambiental.....	109
XIV.A.	Introducción. Datos del proyecto	109
XIV.B.	Marco de Referencia Legal.....	109
XIV.B.1	Nivel Nacional	109
XIV.B.2	Nivel provincial	112
XIV.C.	Evaluación de impacto ambiental	113
XIV.D.	Medidas de mitigación	132
XV.	Cronograma de obras tentativo.....	134
XVI.	Red eléctrica y Alumbrado Público	135
XVII.	Sistema de tratamiento de efluentes cloacales individuales	136
XVIII.	Bibliografía	138

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 5
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Índice de figuras

Figura III-1 Fases de proyecto	13
Figura III-2 Fases de proyecto	14
Figura III-3 Recursos-Proyectos posibles	16
Figura IV-1 Provincia de Catamarca	19
Figura IV-2 Departamento Valle Viejo	20
Figura V-1 Vías principales de acceso al proyecto.	22
Figura V-2 Ruta N° 33 frente del proyecto	23
Figura VI-1 Evolución población AGC	24
Figura VI-2 Variación población AGC	25
Figura VI-3 función relacionada obtenida.....	35
Figura VII-1 Distribución eventos de precipitación Estación INTA SUMALAO	36
Figura VII-2 Distribución eventos de precipitación Estación Aero	36
Figura VII-3 Distribución Temperatura Catamarca.....	37
Figura VII-4 Zonas sísmicas de Argentina	39
Figura VII-5 Frecuencia de Sismicidad en Argentina	41
Figura VIII-1 Principales elevaciones	46
Figura VIII-2 Fallas Geológicas Valle de Catamarca.....	48
Figura VIII-3 Fallas geológicas Valle de Catamarca. Corte.....	49
Figura VIII-4 Pendientes Generales	50
Figura VIII-5 Perfiles generales.....	51
Figura IX-1 Reservas para futuras calles	53
Figura X-1 Cuenca del Valle (arriba) y el Carrizal (abajo)	54
Figura X-2 Modelado 3D AGC.	55
Figura X-3 Ríos y arroyos cercanos.....	56
Figura X-4 Rio Santa Cruz (abajo), Rio del Valle y A° Fariñango en el centro.	57
Figura X-5 Curvas de elevación	58
Figura X-6 Microcuencas internas del loteo	60
Figura X-7 Valores probables curva número SCS	64
Figura X-8 Curvas IDT Estación Aeropuerto	68
Figura X-9 Hietograma P60 10 Años	71
Figura X-10 Hietograma P60 25 Años	72
Figura X-11 Hietograma P60 50Años	73
Figura X-12 CN utilizado	74
Figura X-13 Hidrograma cuenca norte antes de urb.	75
Figura X-14 Hidrograma cuenca sur antes de urb.	76
Figura X-15 Hidrograma cuenca norte post urb.	77
Figura X-16 Hidrograma cuenca sur post urb.	77
Figura X-17 Dirección de Drenaje lateral	79

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 6
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Figura X-18 Elevaciones Norte – Sur.....	79
Figura X-19 Dirección principal de Drenaje Este-Oeste.....	80
Figura X-20 Elevaciones Este-Oeste.....	80
Figura X-21 Canal trapezoidal en corte.....	81
Figura X-22 Cuneta sobre ruta 33.....	85
Figura XI-1 Tipos de red de agua.....	87
Figura XI-2 Consideraciones sistema mixto.....	95
Figura XI-3 Diámetros sugeridos.....	100
Figura XI-4 Velocidades.....	102
Figura XI-5 Presiones mayores a 10 m.c.a y menores a 30 m.c.a.....	104
Figura XI-6 Tuberías de PEAD.....	107
Figura XII-1 Impacto Ambiental.....	114
Figura XIII-1 Cronograma de tareas (tentativo).....	134
Figura XIV-1 Potencia necesaria estimada.....	135

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 7
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Índice de tablas

Tabla VIII-1 Método mínimo cuadrados	34
Tabla IX-1 Temperaturas y Precipitación AGC	38
Tabla IX-2 Eventos ≥ 5 Escala de Richter	42
Tabla IX-3 Daños asociados a Richter ≥ 5	43
Tabla XII-1 Tiempos de concentración calculados.....	65
Tabla XII-2 Áreas de cuencas internas	66
Tabla XII-3 Cauces internos.....	66
Tabla XII-4 IDT Estación Aeropuerto.	68
Tabla XII-5 Intensidades eventos de 60 minutos	69
Tabla XII-6 Distribución de precipitaciones AGC	69
Tabla XII-7 Hietograma P60 10 Años.....	70
Tabla XII-8 Hietograma P60 25 Años.....	71
Tabla XII-9 Hietograma P60 50 Años.....	72
Tabla XIII-1 Relaciones para caudales máximos y medios.....	90
Tabla XIII-2 Gasto Hectométricos por nodo	92
Tabla XIII-3 Velocidades usuales en función del diámetro.....	93
Tabla XIII-4 Presiones mínimas usuales.....	94
Tabla XIII-5 Tabla detalle de tuberías	101
Tabla XIII-6 Presiones en nodos	103
Tabla XIII-7 Ventajas/Desventajas PEAD-PVC.....	106
Tabla XIII-8 Cómputo/Presupuesto Tentativo	108
Tabla XIV-1 Acciones Fase Construcción.....	116
Tabla XIV-2 Acciones Fase Operación	117
Tabla XIV-3 Indicadores Medio Físico	119
Tabla XIV-4 Indicadores Medio Físico	121
Tabla XIV-5 Indicadores Medio Socio Económico	122
Tabla XIV-6 Indicadores Medio Socio Económico	123
Tabla XIV-7 Valores que pueden tomar cada atributo	128
Tabla XIV-8 Valores UIP	130

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 8
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

II. Objetivos

II.A. Objetivos Generales

1. Elaborar un análisis con carácter de pre factibilidad de un proyecto de urbanización en la provincia de Catamarca.
2. Poner en ejercicio los conocimientos adquiridos durante el cursado de diversas materias de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Córdoba.

II.B. Objetivos Particulares

1. Realizar de manera integral el proyecto de una obra de ingeniería.
2. Implementar los conocimientos adquiridos en las asignaturas de:
 - Ingeniería Sanitaria
 - Hidrología
 - Hidráulica I y II para el estudio del comportamiento mecánico del fluido.
 - Topografía I y II para analizar el terreno y su planimetría
 - Gestión Ambiental

Entre otras cosas aprendidas dentro del ámbito universitario

3. Realizar el proyecto en base a los reglamentos vigentes a nivel Nacional y Provincial
4. Completar los requisitos necesarios para finalizar con la carrera de Ingeniería Civil

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 9
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

III. Alcance y metas

El presente trabajo tiene como alcance, realizar un estudio de prefactibilidad de una futura urbanización, focalizándonos en analizar la viabilidad técnica de la obra. Se buscará la forma más eficiente, tanto ambiental como económicamente.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 10
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

IV. Introducción

El presente informe tiene el objeto de realizar un análisis de viabilidad para un proyecto de un loteo urbano con el fin de analizar su factibilidad, respetando los datos, las normas urbanísticas vigentes y utilizando criterios de diseño de calidad técnica y humana.

Para el desarrollo del mismo se selecciona un terreno actualmente no urbanizado en el departamento de Valle Viejo (en la provincia de Catamarca, Argentina) de una superficie de 25 hectáreas, con el fin de transformar el terreno y llevar a cabo las actuaciones precisas para dotarlo de las infraestructuras necesarias para su funcionamiento.

A modo de aclaración, este proyecto se trata de un desarrollo con una iniciativa privada.

Se analizarán aspectos técnicos, como la hidrología, el terreno natural y su interacción con la infraestructura, geotécnicos, económicos.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 11
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

V. Importancia del análisis de viabilidad

En materia de inversiones, la disponibilidad de recursos se hace cada día más limitada, se hace cada vez más necesario estudiar cómo y en qué se deben invertir dichos recursos a fin de maximizar los beneficios potenciales de dicha inversión.

Valorar las obras y proyectos económica, financiera, social y ambientalmente, a fin de determinar si una obra se puede desarrollar de manera posible, práctica y viable.

Proyectos enteros han fracasado por una mala definición del problema inicial o una mala concepción de las alternativas.

Es lógico que como ingenieros civiles deseemos que se ejecuten proyectos de infraestructura y transporte. Puede que nos mostremos exageradamente optimistas al respecto, tratando de hacer énfasis en los aspectos positivos de un determinado proyecto. Un estudio de esta naturaleza deber ser capaz de poner distancia entre nuestro optimismo inicial y arrojar luz sobre los aspectos negativos.

Son proporcionales a la magnitud del proyecto la cantidad de etapas de estudio. En una obra de una envergadura importante deberíamos prestar una importante atención a las primeras etapas del proyecto, ya que cada cambio que generemos en las etapas posteriores nos provocaran un dolor de cabeza y sin duda un uso no efectivo de los recursos. Sobrados ejemplos tenemos en nuestro país de obras que no se le presto merecida importancia a las etapas mencionadas.

A continuación, se muestran algunas imágenes para terminar de presentar la idea relatada.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 12
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

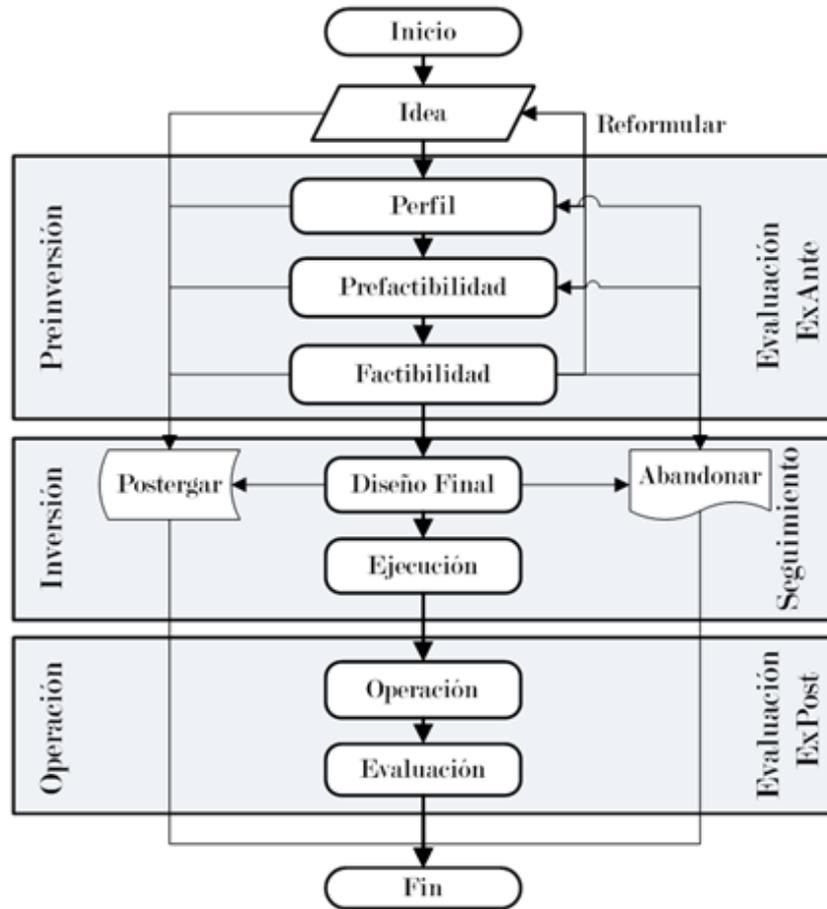


Figura V-1 Fases de proyecto

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 13
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

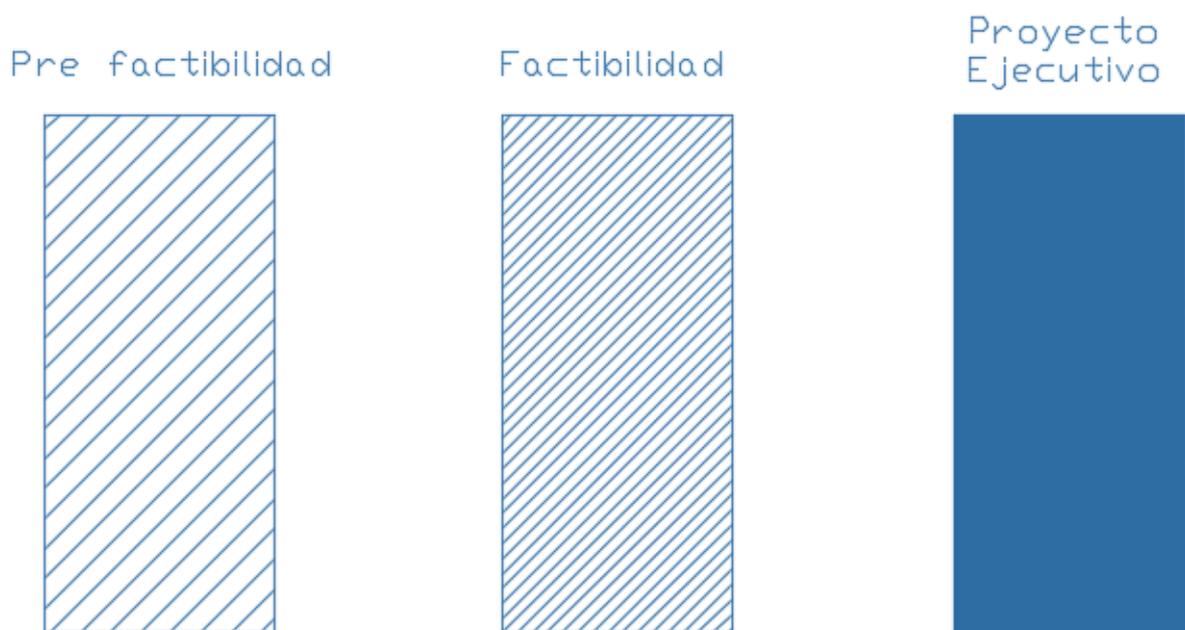


Figura V-2 Fases de proyecto

V.A. Evaluación de proyecto privado

En un proyecto privado podría esperarse que la única evaluación tenida en cuenta para la toma de decisiones fuera la de la evaluación financiera, ya que el objetivo que incentiva a los ejecutores se relaciona con la maximización de las ganancias financieras. En ingeniería civil, la evaluación financiera no escapa a lo que se desarrollará en el presente informe, ya que un uso racional de los recursos y un proyecto inteligentemente planteado, aumentará notablemente nuestra ganancia.

Se entiende como evaluación de un proyecto privado, al análisis de la rentabilidad de un proyecto o asignación de recursos ya sea este en la creación de un nuevo negocio o evaluar inversiones de empresas en marcha. La evaluación de proyectos

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 14
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

de inversión privada es un instrumento que provee información a quien debe tomar decisiones de inversión. La evaluación privada consiste en estudiar la rentabilidad financiera del proyecto desde un punto de vista específico. La evaluación financiera examina el impacto de un proyecto o una política sobre las ganancias monetarias de dicha entidad, por el hecho de participar del proyecto.

V.A.1 Evaluación de un proyecto social.

En contraste con lo anterior si un proyecto propuesto es realizado por el sector público, es posible que el objetivo motive la realización del proyecto no se relacione con la rentabilidad de la inversión, sino que busque satisfacer alguna necesidad de la comunidad o hacer un aporte al bienestar colectivo. La evaluación de un proyecto social busca medir el impacto que una determinada inversión pública tendrá sobre el bienestar de la comunidad. A través de la evaluación social se intenta cuantificar los costos y beneficios sociales directos, indirectos e intangibles, además de las externalidades que el proyecto pueda generar. Por ejemplo: una escuela rural.

V.B. Análisis de causa generadora

En primera instancia se debe conocer la causa principal que ocasiona el planteamiento de un proyecto. Casi todas las causas se enmarcan en tres aspectos que determinan una peculiaridad; estas son:

- 1) *Necesidad no satisfecha*: dentro de este grupo no se podría conseguir la vida sin él. Por ejemplo: consumo de agua
- 2) *Problema existente*: es un problema que impide el normal desenvolvimiento de una actividad. Ej.: que falte un puente entre dos localidades enfrentadas.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 15
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

3) **El recurso no aprovechado:** posee distintas connotaciones a las ya citadas de manera explícita, implica la poca utilización de recursos naturales y recursos humanos como la maquinaria, mano de obra, pero también posee una sugerencia no sensible es decir que no se percibe inmediatamente como los dos siguientes aspectos implícitos: el capital; que puede ser un activo fijo (terrenos) o capital monetario (el cual posibilita su inversión inmediata) excesiva liquidez no utilizada.

El presente trabajo, se fundamenta en el tercer punto, un activo fijo que en este caso serían los terrenos disponibles para la realización del proyecto, ya sea de un loteo inmobiliario o cualquier otro caso.



Figura V-3 Recursos-Proyectos posibles

Son imprescindibles los estudios previos cuidadosos para evaluar los distintos proyectos y decidir: dar prioridades; aprobar, para desarrollar los estudios de detalle y ejecutar los más convenientes; y desechar o posponer los otros.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 16
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Un estudio de factibilidad de un proyecto de ingeniería debe contestar las preguntas:

- ¿Para qué hacerlo?
- ¿Porque hacerlo?
- ¿Donde?
- ¿Cuando?
- ¿Como?
- ¿Cuánto cuesta?
- ¿Objetivo?
- ¿Conviene? ¿Es rentable? Localización
- Tecnologías
- Costo y financiamiento

V.C. Condiciones necesarias para la factibilidad

Para que un proyecto sea viable en su totalidad, debe cumplir simultáneamente los siguientes puntos:

- 1) Factibilidad técnica
- 2) Factibilidad económico-financiera
- 3) Factibilidad social
- 4) Factibilidad ecológica (impacto ambiental)
- 5) Factibilidad Política

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 17
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Los estudios de factibilidad incorporan racionalidad a la secuencia de decisiones que arranca con la detección de una necesidad (formulación del proyecto); hasta la ejecución, puesta en servicio y explotación del emprendimiento.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 18
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

VI. Ubicación del proyecto

El departamento Valle Viejo y su núcleo San Isidro se localizan alrededor de 5 Km del centro de la ciudad capital de San Fernando del Valle de Catamarca en dirección ESTE. Se compone de una serie de urbanizaciones colindantes entre sí que fueron desarrollando sus actividades en conjunto.



Figura VI-1 Provincia de Catamarca

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 19
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		



Figura VI-2 Departamento Valle Viejo

El emplazamiento se encuentra dentro de la Región Centro, más precisamente en la microrregión Gran Catamarca, (constituido por los departamentos Capital, Valle Viejo y Fray Mamerto Esquíú), que concentra el 53% de la población de la provincia, y la mayor actividad comercial e industrial.

Cuando analizamos la expansión y desarrollo urbano hacia el norte de Gran Catamarca se encuentra dificultado por su barrera natural, que son la presencia de cordones montañosos de rumbo NO-SE, como las sierras de Ambato, del Colorado, Graciana y Guayamba, y de rumbo prácticamente N-S como las sierras de Ancasti. Estas sierras pertenecen a la unidad morfo estructural de Sierras Pampeanas Noroccidentales (Caminos, 1979).

Lo anterior detallado, hace muy probable que las nuevas urbanizaciones se vayan asentando muy cercanas a la zona del proyecto, ya que las alturas son inferiores y las construcciones y obras de infraestructuras son más sencillas de realizar.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 20
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

El sitio a emplazar el proyecto de interés tiene las coordenadas:

- 28°28'55"S
- 65°43'34"W

VII. Conectividad y accesibilidad

En cuanto a la red vial, en este sector está conformado por dos rutas principales que son la ruta nacional N° 38, que corre paralela a la ladera oriental de la Sierra de Ambato, y la ruta provincial N° 33 que corre paralela al borde occidental de la Sierra de Ancasti. Ambas rutas permiten la conexión de la capital con los principales centros de la región como son Tucumán, Córdoba y La Rioja.

Ambas rutas permiten la conexión del AGC con los principales centros de la región como son Tucumán, Córdoba y La Rioja.

Más precisamente el proyecto se emplaza en la intersección de la ruta 33 y ruta 38, que en ese tramo se realizaron las obras de la circunvalación “Néstor Kirchner”.

Estas vías principales pueden visualizarse en la siguiente figura:

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 21
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		



Figura VII-1 Vías principales de acceso al proyecto.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 22
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



Figura VII-2 Ruta N° 33 frente del proyecto

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 23
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

VIII. Análisis del crecimiento poblacional

Es importante realizar un estudio de población más allá que, para el cálculo de las infraestructuras se utilizará un número entero de lotes con un promedio de 4 personas por vivienda. Por lo tanto, para el cálculo de demanda de servicios, no sería imprescindible el uso de la población de las localidades cercanas. El motivo de este análisis, se debe simplemente para evaluar el ritmo de la posible inversión inmobiliaria.

El crecimiento demográfico de una localidad en un determinado periodo es consecuencia de la acción conjunta de dos procesos; el crecimiento vegetativo -que es la diferencia entre la tasa bruta de natalidad (TBN) y la tasa bruta de mortalidad (TBM)- y el crecimiento migratorio –saldo entre la inmigración y la emigración-. Frente a este proceso, que es de naturaleza muy compleja, los distintos métodos de proyección analizados se limitan a estimar como habrá de ser la evolución de la muestra analizada en el futuro, teniendo en cuenta para ello como ha sido su evolución en el pasado.

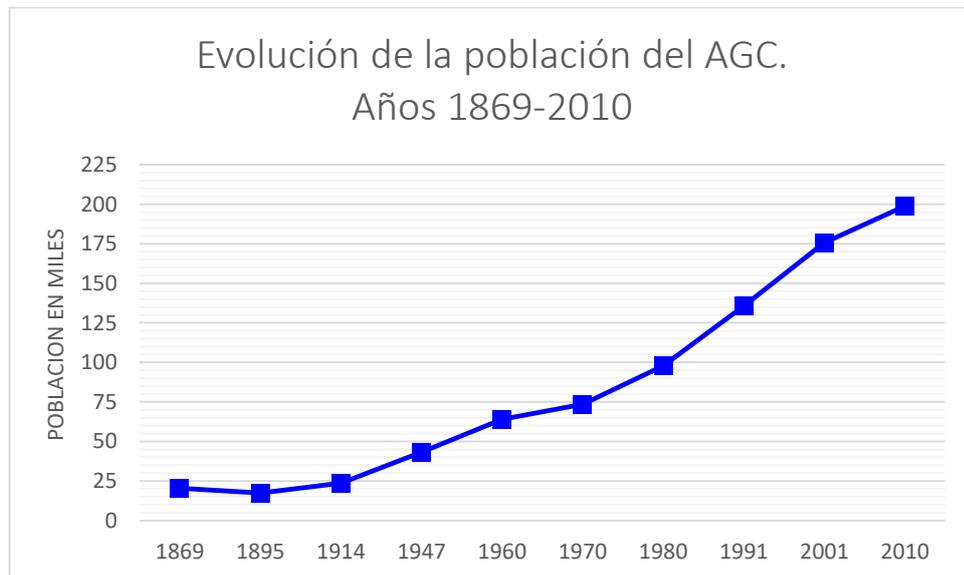


Figura VIII-1 Evolución población AGC

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01
Página 24	
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

A partir de la base de datos de la Dirección Provincial de Estadística y Censos. Dirección de Producción Estadística se realizaron diversos cálculos y estimaciones que se detallaran a continuación y en el anexo de este estudio.

Cuando observamos los datos que corresponden al total provincial la variación absoluta entre el periodo 1991-2001 es de 70.334 habitantes lo que representó un 21% de incremento, mientras que en el periodo 2001-2010 fue de 33.260 y un 9,9% respectivamente. Adentrándonos en el área de interés a nuestro proyecto, el incremento en el AGC fue de 39.970 para el periodo 1991-2001, significando un 22,8% de incremento, en el periodo 2001-2010 la variación absoluta fue de 18.443 y creció un 13,2% en términos relativos. Se pueden visualizar los datos en la tabla resumen presentada a continuación.

ZONA	1991-2001		2001-2010	
	Var. Absoluta	Var. Relativa	Var. Absoluta	Var. Relativa
CAPITAL	31.071	22,0%	18.443	13,1%
F.M.E	2.442	22,9%	1.238	11,6%
VALLE.V	6.457	27,2%	3.535	14,9%
AGC	+39.970	22,8%	+23.216	13,2%

Figura VIII-2 Variación población AGC

Otra de las variables a analizadas, es la densidad de población. En el total provincial esta magnitud, es muy baja: 3,58 habitantes por km² (Censo del 2010) a pesar del crecimiento constante durante el tiempo, toma valores muy inferiores a los del promedio del país (14 hab./Km²).

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 25
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

El departamento Capital presenta la mayor densidad, con 233,48 hab./km², luego sigue Valle Viejo con 50,48 hab./km² y muy similar a Fray Mamerto Esquiú 42,48 hab./km², conformando estas el AGC (nuestro mayor interés en estudio).

En el Anexo se presentan los datos completos para toda la provincia.

VIII.A. Proyección de la población

A continuación, se expondrán detalles de los cálculos de ajuste de población y estimaciones del Área de Gran Catamarca, que exhibirán de alguna manera la población más representativa próxima al proyecto.

VIII.A.1 Método de la tasa geométrica decreciente

La tasa media anual para la proyección de la población se define en base al análisis de las tasas medias anuales de los dos últimos períodos intercensal.

Se determinan las tasas medias anuales de variación poblacional de los dos últimos períodos intercensales (basándose en datos oficiales de los tres últimos censos de población y vivienda):

$$i_1 = \sqrt[n_1]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 \text{ (Ec. VIII.1)}$$

$$i_2 = \sqrt[n_2]{\frac{P_3}{P_2}} - 1 \text{ (Ec. VIII.2)}$$

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 26
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

donde:

i_1 = tasa media anual de variación de la población durante el penúltimo período censal.

i_2 = tasa media anual de variación de la población del último período censal.

P_1 = Número de habitantes correspondientes al primer Censo en estudio.

P_2 = Número de habitantes correspondientes al penúltimo Censo en estudio.

P_3 = Número de habitantes correspondientes al último Censo.

n_1 = número de años del período censal entre el primero y segundo Censo.

n_2 = número de años del período censal entre el segundo y el último Censo.

Para el Área de Gran Catamarca se tiene que:

$P_1 = 135.655 \text{ hab.}$

$P_2 = 175.625 \text{ hab.}$

$P_3 = 198.841 \text{ hab.}$

$n_1 = 10 \text{ años}$

$n_2 = 9 \text{ años}$

con los datos anteriores se obtiene:

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 27
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

$$i1 = 0,026159932$$

$$i2 = 0,013890530$$

Para el intervalo comprendido entre el último censo y el año inicial del período de diseño, así como el primer subperíodo de n_1 años, se debe efectuar la proyección con la tasa media anual del último período intercensal utilizando las siguientes expresiones:

$$Pa = P3. (1 + i)^{na} \quad (\text{Ec. VIII.3})$$

$$P0 = Pa. (1 + i)^{n0} \quad (\text{Ec. VIII.4})$$

$$Pn = P0. (1 + i)^n \quad (\text{Ec. VIII.5})$$

$$na = 10 \text{ años}$$

$$n0 = 5 \text{ años}$$

$$n = 25 \text{ años}$$

$$Pa = 228253 \text{ hab.}$$

$$P0 = 244552 \text{ hab (Año 2025)}$$

$$Pn/2 = 290576 \text{ hab. (Año 2035)}$$

$$Pn = 345.262 \text{ hab. (Año 2045)}$$

$$i = 0,013890530$$

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 28
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Siendo:

P_a = estimaciones de población existente a la fecha de ejecución del proyecto.

P_0 = estimaciones de población al año previsto para la habilitación del sistema.

P_n = estimaciones de población al año "n".

i = Tasa media anual de proyección.

n_a = número de años transcurridos entre el último censo y la fecha de ejecución del proyecto.

n_0 = número de años transcurridos entre la fecha de ejecución del proyecto y la habilitación del sistema.

n = número de años transcurridos entre la población base y el año inicial de proyección.

Para cada subperíodo se determina la tasa media anual de proyección comparando los valores de las tasas medias históricas i_1 e i_2 . Considerando los datos de los tres últimos censos i_1 correspondería a la calculada con los dos primeros valores e i_2 con los dos últimos. Si i_1 resulta menor que i_2 , la tasa utilizada en la proyección del primer subperíodo debe ser igual al promedio entre ambas, resultando:

$$P_1 = P_0 \cdot \left(1 + \left(\frac{i_1 + i_2}{2} \right) \right)^{n_1} \quad (\text{Ec. VIII.6})$$

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 29
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

En el caso que i_1 resulte mayor que i_2 , la tasa de proyección debe ser igual al valor de i_2 , resultando:

$$P_1 = P_0 \cdot (1 + i_{II})^{n_1} \quad (\text{Ec. VIII.7})$$

Los valores de las tasas medias anuales de proyección que han sido determinados por estos procedimientos son válidos para la generalidad de los casos. No obstante, ello, si por las características particulares de la localidad en estudio los valores no se ajustarán a la realidad observable, el proyectista puede adoptar otras tasas de crecimiento, debiendo en ese caso suministrar las razones que lo justifiquen y gestionar la correspondiente aprobación del ENOHSa.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 30
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

VIII.A.2 Método medio aritmético o proyección lineal

El uso de este método para proyectar la población tiene ciertas implicancias. Desde el punto de vista analítico implica incrementos absolutos constantes, lo que demográficamente no se cumple ya que por lo general las poblaciones no aumentan numéricamente en la misma magnitud a lo largo del tiempo. Para poder realizar la Proyección Aritmética, se debe determinar un valor Ka para dos intervalos de tiempo reales.

-Determinamos $Ka1$ para el intervalo 1991-2001

$$Ka = \frac{P_{2001} - P_{1991}}{\Delta T} \quad (\text{Ec. VIII.8})$$

$$Ka1 = \frac{175.625 \text{ hab} - 135.655 \text{ hab}}{2001 - 1991}$$

$$Ka1 = 3997 \text{ hab/año}$$

-Determinamos $Ka2$ para un intervalo 2001-2010

$$Ka = \frac{P_{2010} - P_{2001}}{\Delta T}$$

$$Ka2 = \frac{175.625 \text{ hab} - 135.655 \text{ hab}}{2010 - 2001}$$

$$Ka2 = 2579,56 \text{ hab/año}$$

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 31
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

Teniendo estos dos valores se busca un valor promedio entre ambos.

$$Ka = \frac{Ka1+Ka2}{2}$$

$$Ka = \frac{3997+2579.56}{2}$$

$$Ka = 3288.28 \text{ hab/año}$$

La estimación de la población para el año 2020 por Proyección Aritmética, utiliza la siguiente ecuación:

$$P = P2010 + Ka * (2020 - 2010) \text{ (Ec. VIII.9)}$$

$$P = 198.841 + 3288.28 * (2020 - 2010) = 231.721$$

$$P2020 = 231.721 \text{ habitantes}$$

De la misma forma se realiza la estimación de la población para el año 2045 (proyección a 25 años)

$$P = P2010 + Ka * (2045 - 2010)$$

$$P = 198.841 + 3288.28 * (2045 - 2010) = 313.931$$

$$P2045 = 313.931 \text{ habitantes}$$

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 32
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

VIII.A.3 Método de ajuste de mínimos cuadrados

Se decidió aprovechar la gran cantidad de datos obtenidos en la investigación para aplicarla al método de ajuste mínimos cuadrados. Esto quiere decir lo siguiente: la dependencia entre dos (o más) variables puede ser tal que se base en una relación funcional (matemática) exacta.

En nuestro estudio, las variables a relacionar son dos: el tiempo y la cantidad de habitantes.

Visualizando los datos observados en el grafico presentado anteriormente se puede pensar, que el crecimiento del AGC esta asemejado a una función cuadrática, esta es:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 \quad (\text{Ec. VIII.10})$$

para dicha función utilizando el método de ajuste de mínimos cuadrados se tiene que:

$$a_0N + a_1\sum x + a_2\sum x^2 = \sum y \quad (\text{Ec. VIII.11})$$

$$a_0\sum x + a_1\sum x^2 + a_2\sum x^3 = \sum xy$$

$$a_0\sum x^2 + a_1\sum x^3 + a_2\sum x^4 = \sum x^2y$$

Donde a_0 , a_1 y a_2 son los parámetros de la función polinómica de grado 2, a obtener mediante la resolución de la matriz anteriormente planteada. Las sumatorias y las multiplicaciones necesarias se anexan en la Tabla VII-1.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 33
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

Tabla VIII-1 Método mínimo cuadrados

N	Año	x	y	x ²	x ³	x ⁴	xy	x ² y
1	1869	0	20492	0	0	0	0	0
2	1895	26	17395	676	17576	456976	452270	11759020
3	1914	45	23657	2025	91125	4100625	1064565	47905425
4	1947	78	43296	6084	474552	37015056	3377088	263412864
5	1960	91	64107	8281	753571	68574961	5833737	530870067
6	1970	101	73469	10201	1030301	104060401	7420369	749457269
7	1980	111	97781	12321	1367631	151807041	10853691	1204759701
8	1991	122	135655	14884	1815848	221533456	16549910	2019089020
9	2001	132	175625	17424	2299968	303595776	23182500	3060090000
10	2010	141	198841	19881	2803221	395254161	28036581	3953157921
Σ		847	850.318	91.777	10.653.793	1.286.398.453	96.770.711	11.840.501.287
N=10								

Utilizando herramientas computacionales para el cálculo de la matriz, se obtuvo que:

$$a_0 = 28193$$

$$a_1 = -1055.8$$

$$a_2 = 15.93$$

Resultando así la función

$$y = 15.937x^2 - 1055.8x + 28193$$

Con un coeficiente de determinación $R^2=0.987$, estableciendo así una calidad más que aceptable de la función obtenida, teniendo en cuenta nuestro nivel de interés.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 34
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

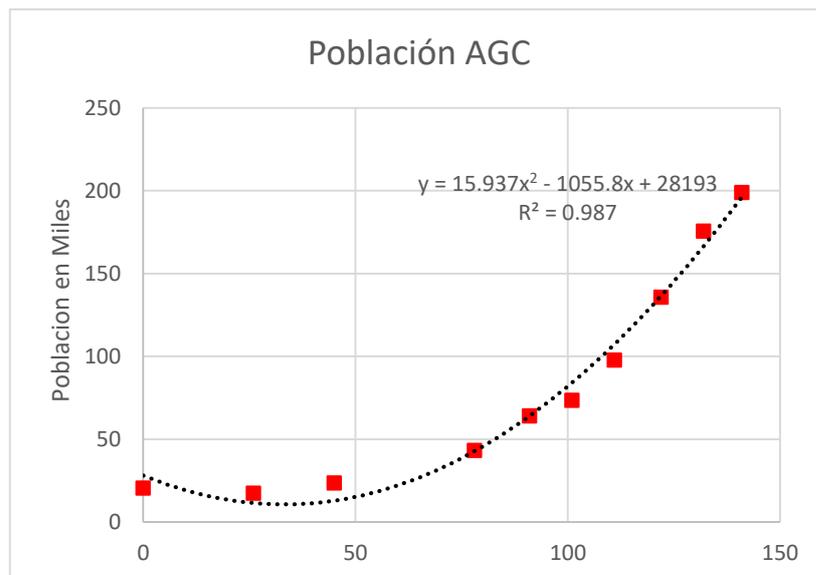


Figura VIII-3 función relacionada obtenida

Con la función obtenida proyectamos para el año 2045:

Valuando la función en $x=176$

Siendo x la diferencia de años entre el censo de 1869 y el año de interés.

Se obtiene una población de 336.037 habitantes para el año 2045.

VIII.A.4 Conclusiones

Se puede entender desde las diferentes estimaciones y ajustes realizados, a partir de los censos tenidos en cuenta, vemos que la provincia y el AGC sostienen un crecimiento durante los últimos años, por lo tanto, sería razonable pensar en una inversión de esta naturaleza.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 35
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

IX. Aspectos naturales

IX.A. Clima

En cuanto a las precipitaciones, como en la mayoría de la región, observamos que la mayor cantidad de eventos se concentran en los meses de diciembre, enero y febrero. Se pudo conseguir datos de estaciones muy cercanas al proyecto, como es el caso del INTA-SUMALAO y el Aeropuerto Felipe Varela.

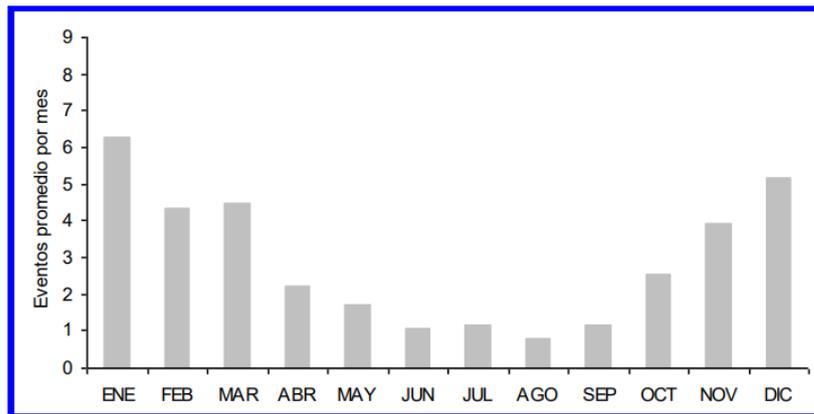


Figura 3-18 Promedio de eventos e estación INTA Sumalao (1964-1981)

Figura IX-1 Distribución eventos de precipitación Estación INTA SUMALAO

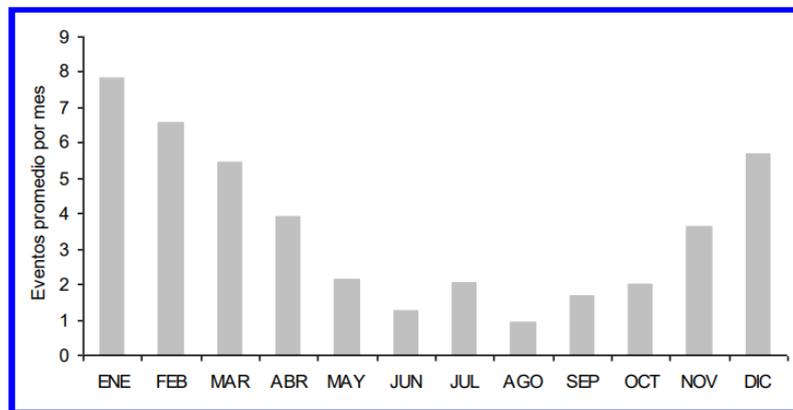


Figura 3-17 Promedio de eventos estación Catamarca Aero (1974-1998)

Figura IX-2 Distribución eventos de precipitación Estación Aero

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 36
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

De acuerdo al gráfico de la climografía donde los meses se representan en el eje de las abscisas y las precipitaciones y temperaturas en los ejes de ordenadas, se puede distinguir que el mes más seco es Julio donde se registran 5 mm de precipitación y, con un promedio de 74 mm en enero donde se encuentra su pico.

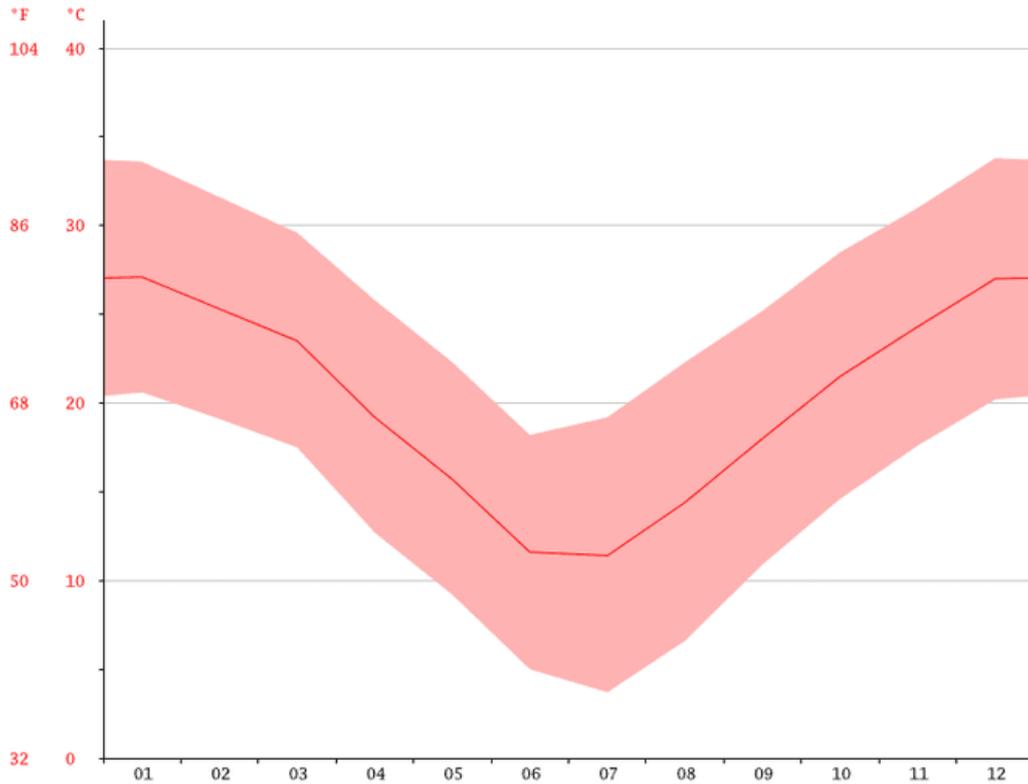


Figura IX-3 Distribución Temperatura Catamarca

Por medio del diagrama de temperatura se puede determinar que con un promedio de 27.2°C, enero es el mes más cálido y Julio tiene la temperatura promedio más baja del año con 11.6 °C.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 37
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Tabla IX-1 Temperaturas y Precipitación AGC

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	27.2	25.7	23.8	19.5	16	11.6	11.6	14.7	18.4	21.7	24.4	27.2
Temperatura mín. (°C)	20.8	19.4	17.7	12.9	9.4	5	3.8	6.8	11.2	14.8	17.7	20.4
Temperatura máx. (°C)	33.7	32	29.9	26.1	22.6	18.3	19.6	22.6	25.6	28.7	31.2	34
Precipitación (mm)	74	74	54	19	9	6	5	5	8	29	47	50

Finalmente, se puede distinguir que la precipitación varía 69 mm entre el mes más seco y el mes más húmedo. Durante el año, las temperaturas medias varían en 15.6°C.

IX.B. Sismología

Los sismos son un tema especial en el estudio de obras de ingeniería, porque alteran la vida cotidiana, modifican la evolución urbana y las actividades que las sostienen, destruyen viviendas, infraestructura, equipamiento y vidas.

El crecimiento de las ciudades y la planificación influyen en cómo se producen los daños sísmicos. La vulnerabilidad se ha incrementado debido a las respuestas rápidas a problemas habitacionales, sin una planificación adecuada. Muchas ciudades latinoamericanas han sido impactadas por procesos acumulativos de degradación ambiental, deterioro económico y falta de la planificación urbana.

La totalidad de la provincia de Catamarca está comprendida en la zona 2, según la clasificación del reglamento del INPRES-CIRSOC que divide en cinco niveles la peligrosidad sísmica, 0: muy reducida, 1: reducida, 2: moderada, 3: elevada, 4: muy elevada

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 38
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

En el siguiente mapa se observa la delimitación de las 5 zonas sísmicas argentinas definidas por el INPRES –CIRSOC, para establecer los diferentes requerimientos acordes a los niveles de peligrosidad.



Figura IX-4 Zonas sísmicas de Argentina

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 39
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

IX.B.1 Clasificación de las construcciones según su destino y funciones

A los fines del diseño sismo resistente, las construcciones se agrupan de acuerdo con sus funciones y con la trascendencia que puedan tener eventuales daños o colapsos de las mismas en caso de ocurrencia de sismos. Para ello se define un factor de riesgo para valorar las acciones sísmicas, en el caso de nuestro proyecto la mayoría de las viviendas se relacionarán con el grupo B. salvando alguna excepción

- Grupo B $\gamma_r = 1,0$ Construcciones destinadas a vivienda unifamiliar o multifamiliar; hoteles, comercios e industrias no incluidos en el grupo A. Construcciones cuya falla puede afectar a una del grupo A. Obras de infraestructura primaria no incluidas en el grupo A.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 40
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

IX.B.2 Sismos registrados

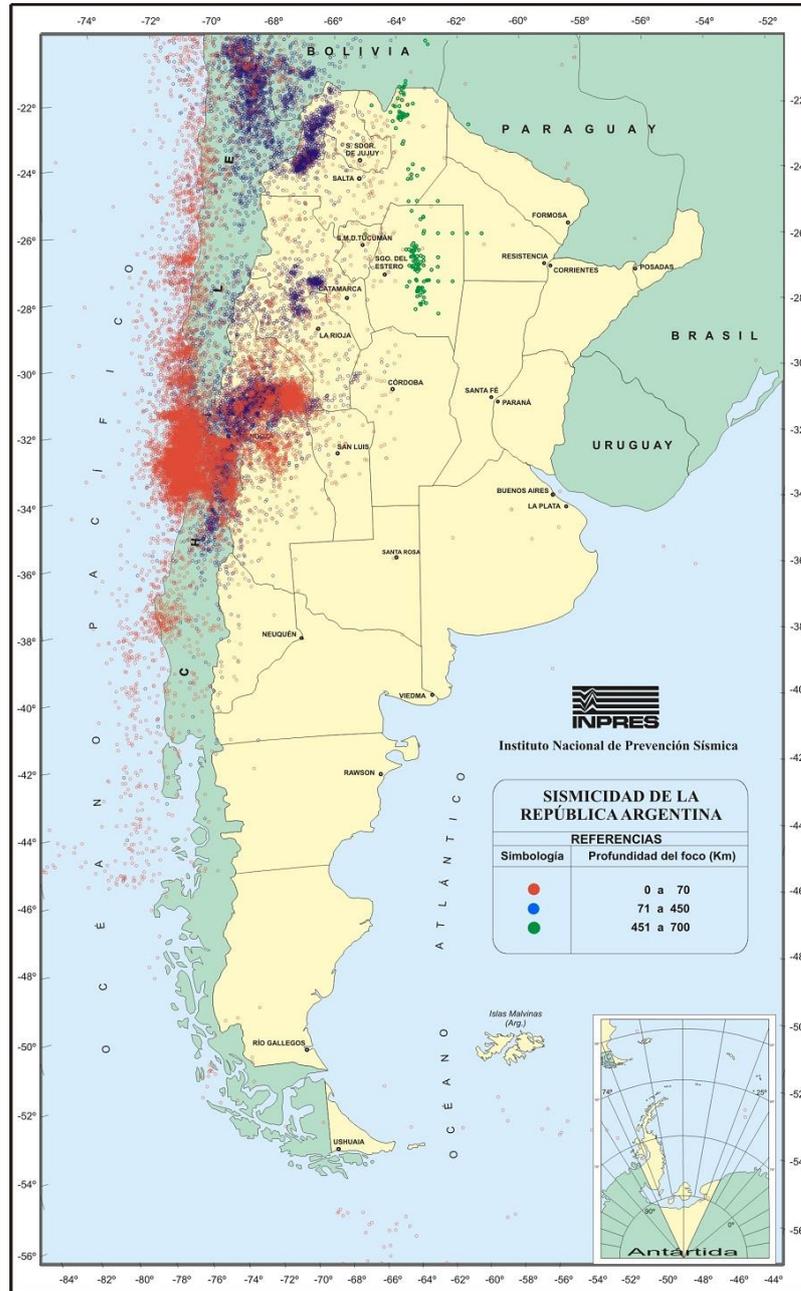


Figura IX-5 Frecuencia de Sismicidad en Argentina

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 41
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

En la tabla VIII-2 se muestran los sismos de magnitud igual o superior de 5 en la escala de Richter, en el intervalo dado entre 1951 a 1980

Tabla IX-2 Eventos ≥ 5 Escala de Richter

FECHA			LUGAR				LOCALIDAD	HORA		MAG.	PROF.
D	M	A	S	W	h	m					
25	12	59	25	5	68	5	Paso Agua de La Falda	10	18	6.8	100
3	11	73	26	1	67	8	Entre S. de Antofalla y S. de La Mina	14	17	5.9	36
25	3	75	28	0	66	7	Campo de Belén	6	41	5.9	178
29	11	74	27	7	66	7	Cuesta de Belén	22	27	5.5	126
27	8	73	27	9	66	7	Campo de Belén	15	20	5.5	147
11	6	56	27	5	69	0	Portezuelo de Río Boyo	9	56	5.5	
25	2	59	28	1	65	4	La Merced	8	8	5.3	32
1	5	75	28	0	66	6	Salar de Pipanaco	6	7	5.3	149
24	1	78	27	8	66	7	Cuesta de Belén	17	45	5.3	150
20	7	65	28	1	66	9	Campo de Belén	13	11	5.3	157
4	4	70	27	8	66	8	Río del Pozo	23	43	5.3	170
4	11	73	25	9	67	7	35 Km. Al NO de Antofagasta de La Sierra	14	38	5.3	
21	9	71	25	9	67	6	35 Km. Al NO de Antofagasta de La Sierra	21	11	5.2	32
4	1	76	27	8	66	2	Mollecito	4	42	5.2	127
23	7	63	27	8	66	4	Salar de Pipanaco	19	18	5.2	130
19	1	64	28	1	66	8	Campo de Belén	15	18	5.2	146
21	9	77	26	0	67	6	Cerro Cuero de Purulla	2	59	5.1	55
9	4	77	28	0	67	2	Campo Arana A 40 Km. Al NE de Tinogasta	17	16	5.1	186
12	4	80	27	5	66	4	Campo de Belén	23	18	5.1	187
28	6	82	28	3	66	3	Dpto. Pomán	1	18	5.0	32
26	12	77	27	6	66	7	15 Km. SO Amancio	10	47	5.0	42
21	9	77	26	6	67	7	Cerro Cuero de Purulla	15	7	5.0	65
4	8	67	28	2	67	3	Río Colorado	19	41	5.0	118
20	3	76	27	5	67	3	Cerro El Molón	2	55	5.0	121
8	7	77	28	0	67	3	Sierra S. Antonio	20	40	5.0	146
18	11	78	27	8	66	8	W Cuesta de Belén	1	27	5.0	146

Fte.: Argentina. INDEC. Anuario Estadístico de la República Argentina 1981-82. Bs. As. pp. 93

Los daños asociados a esta magnitud son los ilustrados en la tabla siguiente:

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 42
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Tabla IX-3 Daños asociados a Richter ≥ 5

Magnitud	Concepto	Efecto
4,9	Fuerte	Daños en Chimeneas. Se mueven o tumban los muebles. Se agrietan los revoques débiles.
5,5	Muy Fuerte	Daños Moderados. Dificil mantenerse en pie. Se aflojan los ladrillos, suenan campanas
6,0	Ruinoso	Destruye estructuras débiles. Se desploman paredes, vuelan muebles. Se esparce arena y fango, varían niveles de pozos y fuentes. Caen torres, chimeneas. industriales, tanques
6,8	Destructor	Total destrucción de construcciones débiles y daños considerables en bien construidas. Grietas en el suelo. Crujidos perceptibles. Estructuras no ancladas se deslizan.
7,7	Muy Destructor	La mayoría de los edificios se destruyen Daños en diques y terraplenes. Grandes deslizamientos.
8,3	Catástrofe	Pocas estructuras permanecen en pie. Los rieles se doblan fuertemente. Las canalizaciones subterráneas quedan destruidas.
9	Gran Catástrofe	Daño Total. Bloque de rocas desplazados y cambio de niveles de terreno.

Fte.: Argentina. INDEC. Anuario Estadístico de la República Argentina 1981-1982. pp.92.

En una investigación realizada en 1989 se estimó en un 12% la posibilidad de que sucediera en el AGC un sismo de alta magnitud en los próximos 100 años, según un análisis geológico regional. Esto cobra importancia teniendo en cuenta que el 7/09/2004 se registró un sismo de 6.3 de la escala Richter, con epicentro en Los Ángeles (Catamarca) a pocos kilómetros del AGC. Aunque para la magnitud del sismo los daños no fueron tan grandes y no arrojaron víctimas fatales, el perjuicio económico fue elevado. Es posible que los daños no hayan sido mayores porque el tipo de suelo arenoso disminuye el impacto o por la hora en que ocurrió el siniestro ya que la mayoría de las personas estaba fuera de sus hogares Innumerables viviendas fueron afectadas en diferente magnitud, algunas debieron demolerse. Las más dañadas fueron las de mayor antigüedad y las precarias, por lo tanto, perjudicó más a las personas de menos recursos.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 43
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

X. Geología/Geomorfología

El basamento de la región está compuesto por rocas metamórficas, rocas de mezcla y granitos de edad precámbrica a paleozoica inferior, pertenece a la denominada faja Oriental de las Sierras Pampeanas (SP) (Camino, 1979). La estructura interna del basamento cristalino contiene información que denota la deformación sucesiva en diferentes eventos con una estructura principal submeridiana. La etapa frágil que afectó dichas litologías desmembró un basamento denudado sobre el cual existía una superficie de erosión regional que sirve de marcador geométrico de las deformaciones de los macizos.

La geometría del levantamiento está dominada por fallas submeridianas que limitan los bloques por el borde occidental provocando mediante efectos compresivos el ascenso y subasculamiento diferencial (González Bonorino, 1950). González Díaz (1974) reconoció para el sur de la sierra de Ambato (SA) un alzamiento y estructuración por parte de dos fallas principales que limitan el bloque por el E y O. Describe además superficies pedimentadas en el borde occidental, generadas durante una etapa de calma tectónica en el inicio del Pleistoceno.

Se ha propuesto en base al análisis estructural y la actitud de los depósitos paleozoicos y cenozoicos que la sierra de Ancasti (SAN) existía como entidad positiva antes del Carbonífero superior (Nullo, 1984) y que la geometría de sus estructuras controló los movimientos asociados a la tectónica andina. Nullo (1981) reconoció dos direcciones preferenciales de los lineamientos estructurales, uno NO-SE y otro submeridiano que durante el Plioceno y el Cuaternario sufrieron ajustes y levantamientos sin ser los responsables directos del levantamiento actual. A pesar del estilo compresivo propuesto para el levantamiento de Sierras Pampeanas, Le Corre y Rossello (1989) propusieron el levantamiento de las sierras de Ambato y Ancasti

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 44
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

mediante fallas extensionales durante el Terciario en base a estudios morfológicos y relaciones de campo. Eremchuk y Papetti (1999) realizaron estudios neotectónicos en el sector austral del río Paclín detectando reactivaciones de fallas con carácter extensional por efectos neotectónicos.

La Sierra de Ancasti se inicia con 1800 m, asciende a 2000 m con una superficie subhorizontal poco disectada hasta la latitud de la ciudad de Catamarca. Desde este sector comienza a descender suavemente hacia el S. El sistema de bloques se desmembra por fallas que provocan diseños asimétricos con fuertes pendientes al O y suaves al E. El sistema fue interpretado por González Bonorino (1978) como producido por fallas inversas de alto ángulo, esta asimetría se ve evidenciada por las líneas de cumbres antes descritas. Las fallas van perdiendo rechazo hacia el N, donde los relieves son menos contrastantes.

El relieve de la zona de estudio se caracteriza por la presencia de cordones montañosos de rumbo NO-SE, como las sierras de Ambato, del Colorado, Graciana y Guayamba, y de rumbo prácticamente N-S como las sierras de Ancasti y Guasayán. La mayor parte de estas sierras pertenecen a la unidad morfo estructural de Sierras Pampeanas Noroccidentales (Caminos, 1979), con la excepción de la Sierra de

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 45
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Guasayán que pertenece a las Sierras Pampeanas del sur de Santiago del Estero (Michaut, 1979).

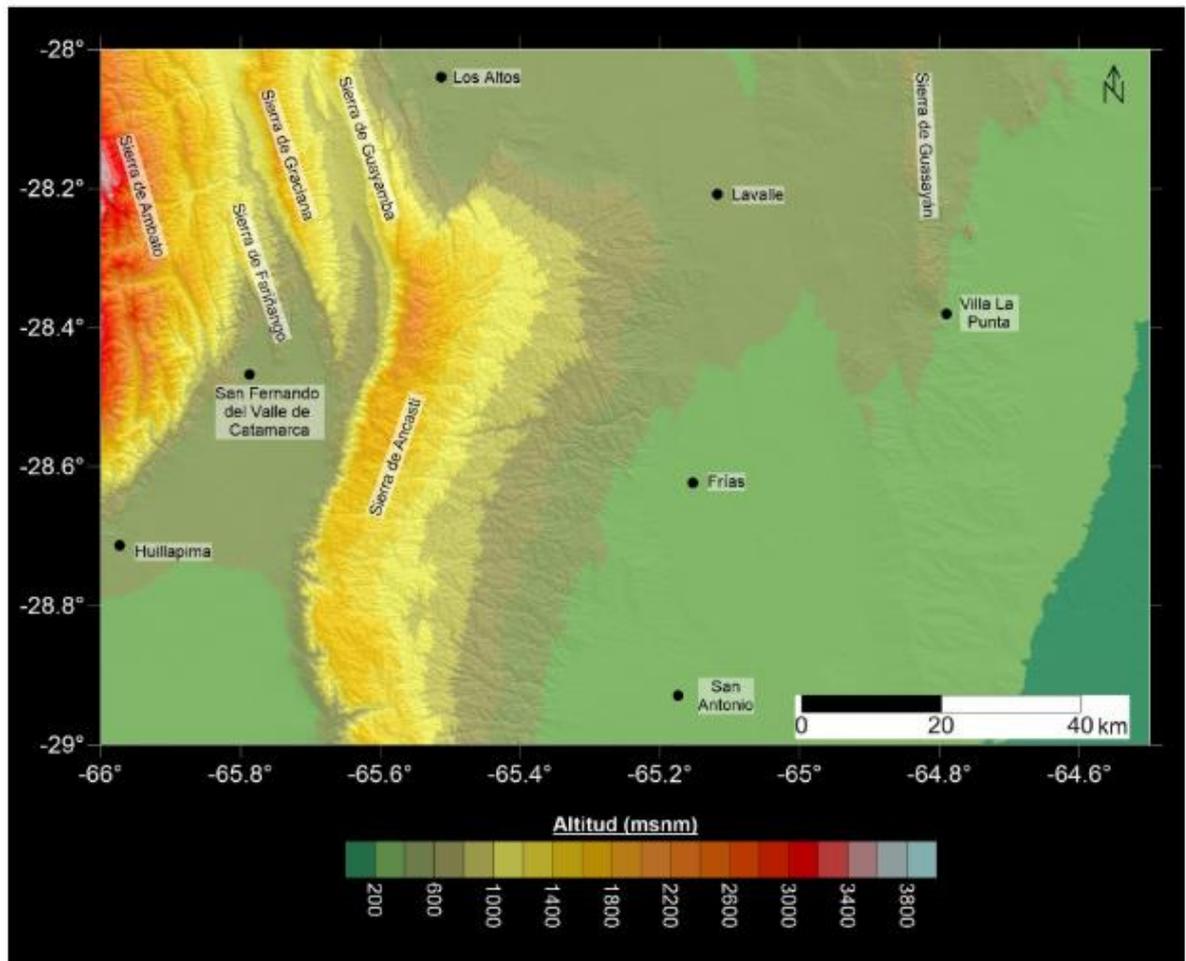


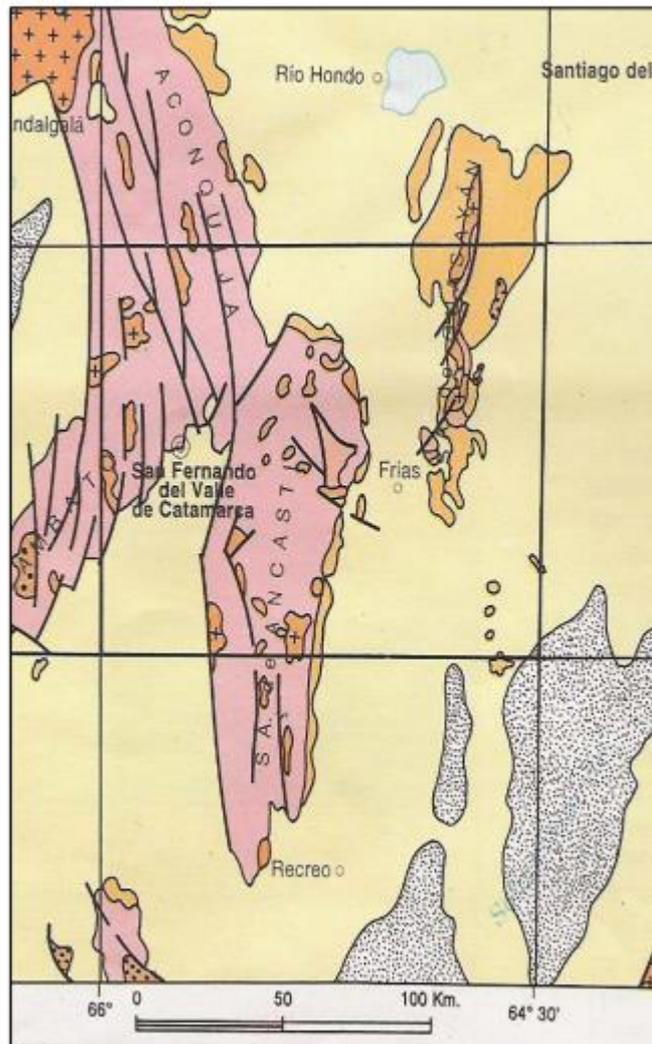
Figura X-1 Principales elevaciones

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 46
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

En la Sierra de Ancasti, las máximas alturas alcanzan los 2.000 msnm en los Altos de Ancasti localizados inmediatamente al norte de la Cuesta del Portezuelo.

El AGC se asienta en una zona de fallas, la mayoría orientadas en sentido N/S cuya actividad se está intensificando. La hoja Geológica del IGM muestra que en corte la inclinación es de O a E. El Río del Valle corre sobre una falla cubierta por suelos aluvionales, que como se indicó anteriormente son producto de la erosión eólica e hídrica.

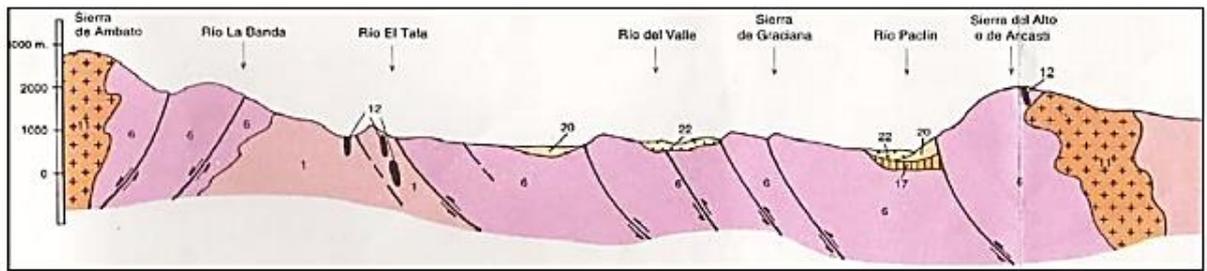
Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 47
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		



Fte: Instituto Geográfico Militar

Figura X-2 Fallas Geológicas Valle de Catamarca

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 48
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



Fte: Instituto Geográfico Militar

Figura X-3 Fallas geológicas Valle de Catamarca. Corte

X.A. Pendientes

Se pudo obtener a partir del procesamiento de imágenes fotogramétricas en QGIS el resultado de las pendientes de la zona de estudio. Los mayores gradientes de pendientes fueron observados en la Sierra de Ambato y en las escarpas estructurales de las sierras de Ancasti y Graciana. En el caso de la Sierra de Ambato existe toda una franja con valores de pendientes superiores a los 35° que abarca desde las nacientes del río Ambato, al oeste de la localidad de El Rodeo, hasta el valle estructural de la localidad de Los Ángeles cuya escarpa de falla en su margen oriental le otorga valores elevados de pendiente. En esta región existen una serie de cerros cuyas alturas promedias oscilan entre 2.500 msnm y 3.200 msnm.

Para nuestro interés, el caso de la escarpa estructural de la Sierra de Ancasti las máximas pendientes tienen lugar entre los parajes de El Portezuelo (al norte) y Esquinas de Arriba (al sur). En estos sectores existen laderas con pendientes superiores a los 40° .

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 49
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Entre las dos zonas arriba mencionadas se encuentra el Valle Central de Catamarca hacia donde las elevadas pendientes descienden. El Valle Central presenta una inclinación Norte Sur descendiendo desde una altura de 500 msnm, a la altura de San Fernando del Valle de Catamarca, hasta 320 msnm antes de salir de la imagen ilustrada. en un recorrido de 60 km lo que arroja un valor general de 0,3 % de pendiente. Sin embargo, teniendo en cuenta las pendientes locales, la pendiente media del Valle para ese recorrido es de 1,02 %.

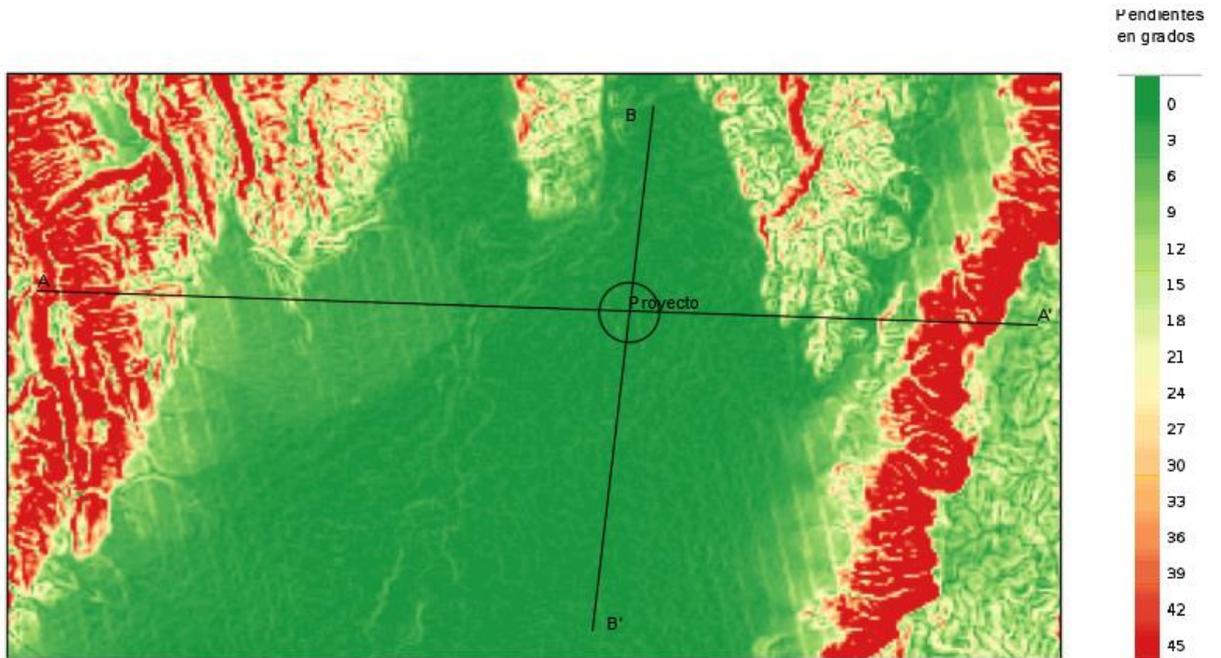


Figura X-4 Pendientes Generales

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 50
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

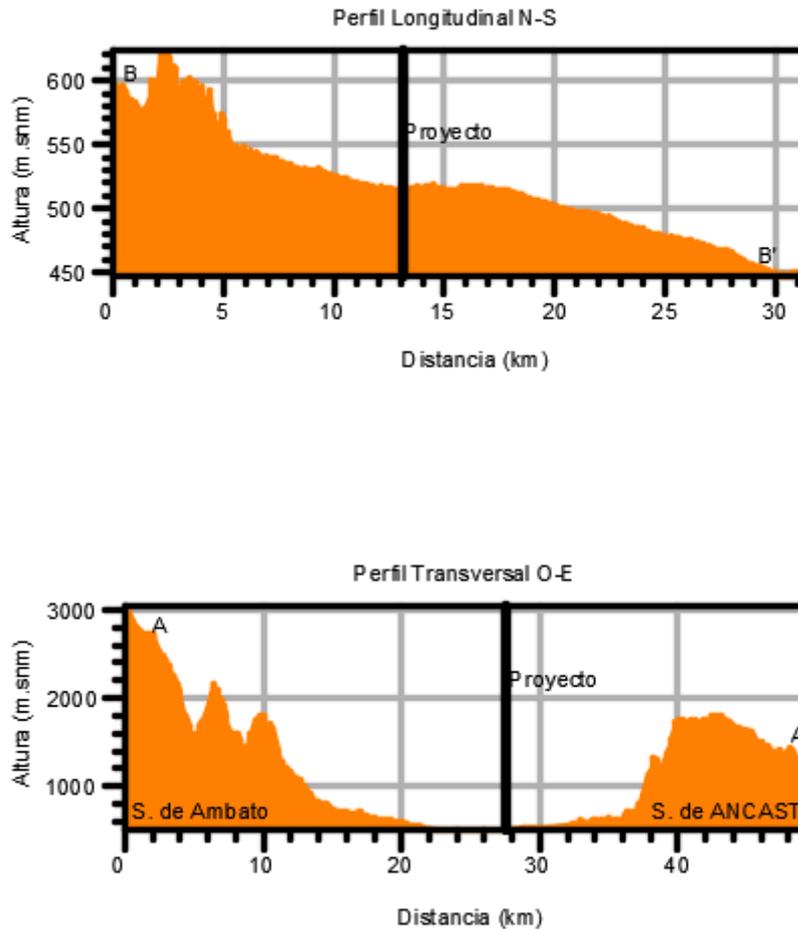


Figura X-5 Perfiles generales

La ladera oriental de la Sierra de Ancasti es la de mayor extensión de todas y presenta una pendiente bastante uniforme con valores entre 5° y 10° salvo en aquellos sectores en donde los cursos de agua han incidido en el basamento generando perfiles en «V» con paredes escarpadas con pendientes superiores a 30°.

Los planos correspondientes a este análisis se disponen anexados al final del informe.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 51
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

XI. Legislación vigente

Para el actual trabajo se utilizó de guía principal el “Código de planeamiento urbano de la localidad de Valle Viejo” (Ref:09/1983).

Es fundamental conocer y estudiar las normas vigentes del área donde se procederá al diseño y desarrollo de una urbanización; el objetivo de estas son controlar el crecimiento futuro de los distritos que forman parte de los departamentos.

Los condicionamientos básicos están constituidos en primer lugar por la estructura económica sobre la que se constituyen los asentamientos, y en segundo lugar los recursos básicos del área: el agua, la tierra y la fuerza de trabajo humana.

A continuación, se citarán fragmentos de la normativa vigente de la localidad de Valle Viejo.

- Lotes suburbanos: tendrán un frente mínimo de 32,00 metros, y una superficie mínima de 1024,00 metros cuadrados.
- Distritos residenciales: El F.O.T autorizado será de 0,5 y la altura máxima edificable será de 7,00 metros. El F.O.S será equivalente al F.O.T, es decir 0,5 y por lo tanto carece de sentido su mención
- De las vías de circulación: el ancho de las calles deberá estar en función del uso y permitir una fácil circulación de los vehículos y peatones respetando la topografía del terreno, así como la comunicación entre lotes. Se establece un ancho mínimo de 16,00 metros entre líneas municipales
- Toda subdivisión de un inmueble con frente a vía pública, deberá dejar un ancho de 16 metros para calles cada 8 parcelas de frente mínimo o 96 metros. (Ver figura IX-1)

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 52
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

- Será obligación del propietario realizar la forestación de las calles correspondientes al loteo, de acuerdo a las disposiciones que fije el municipio en lo referente a especies, distancias entre plantas y conservación de las especies, quedando a consideración de la comuna la aprobación del proyecto de forestación.
- En todo loteo que supere las 5 Has. de superficie, el loteador deberá donar a la Municipalidad una superficie igual al 2.5% de la superficie del loteo, siendo esta un número entero de lotes, con el objeto de resolver casos de redistribución parcelaria, o que posean un fin social. En este caso si resultare un número decimal, se tomará el entero inferior hasta 0,49 y el entero superior de 0,50 en adelante.
- De los servicios de infraestructura: para las zonas suburbanas será obligatorio brindar servicio de agua potable y luz domiciliaria

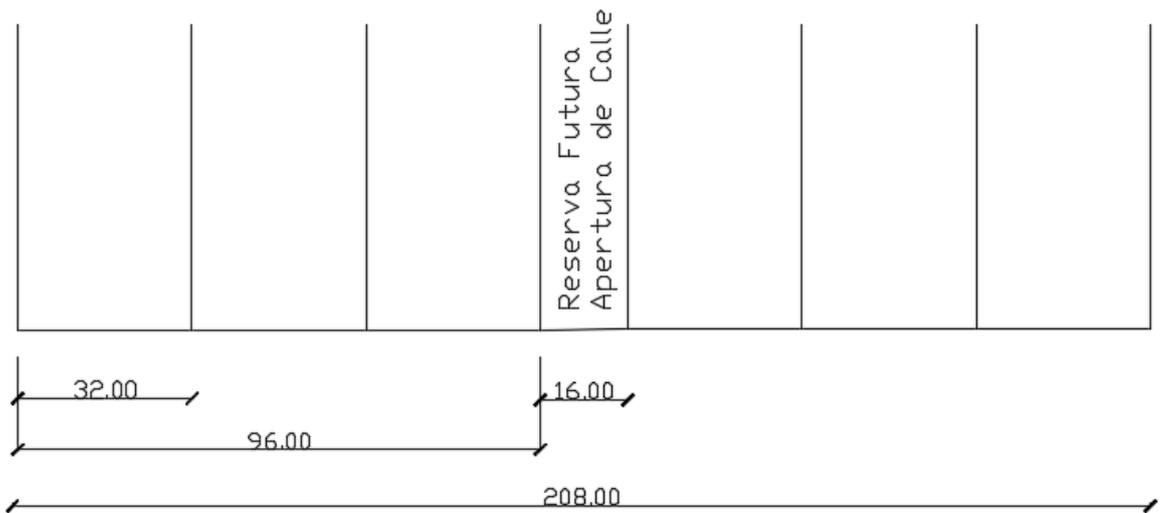


Figura XI-1 Reservas para futuras calles

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 53
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

XII. Análisis Hidrológico

XII.A. Externalidades del loteo

El Área de Gran Catamarca se encuentra dentro de la denominada cuenca “Del Valle” que ocupa una superficie de 4054,09 km², el doble que su vecina “El Carrizal” que cuenta con 2042,84 km².

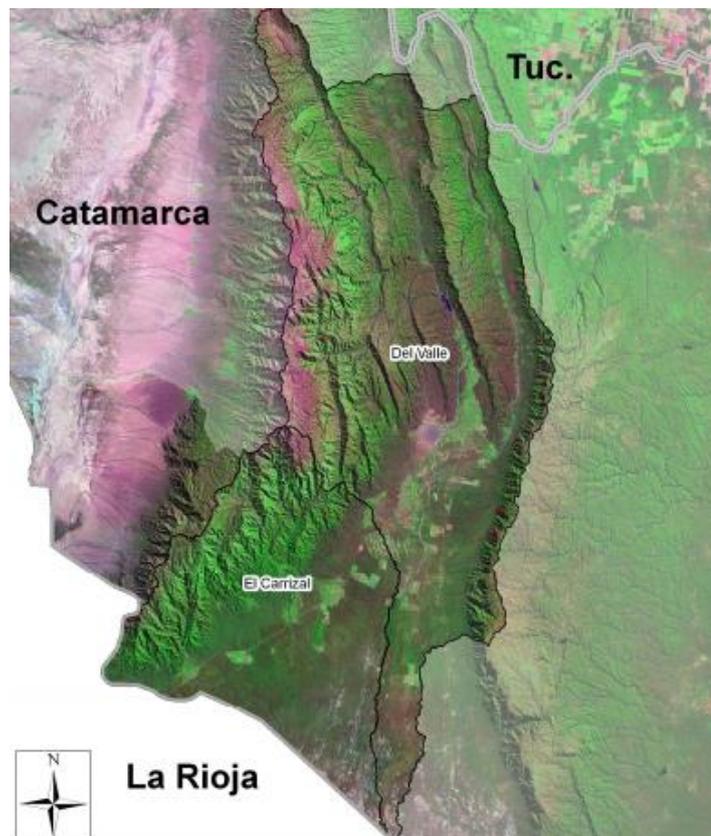


Figura XII-1 Cuenca del Valle (arriba) y el Carrizal (abajo)

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 54
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

Con la herramienta informática QGIS y el complemento GRASS se realizó un análisis de la subcuenca Del Valle, en la zona que la bibliografía local denomina “Cuenca Falda Oriental del Ambato” que integra los departamentos de Capital, Valle Viejo, Paclín, Capayán, FME y Ambato.

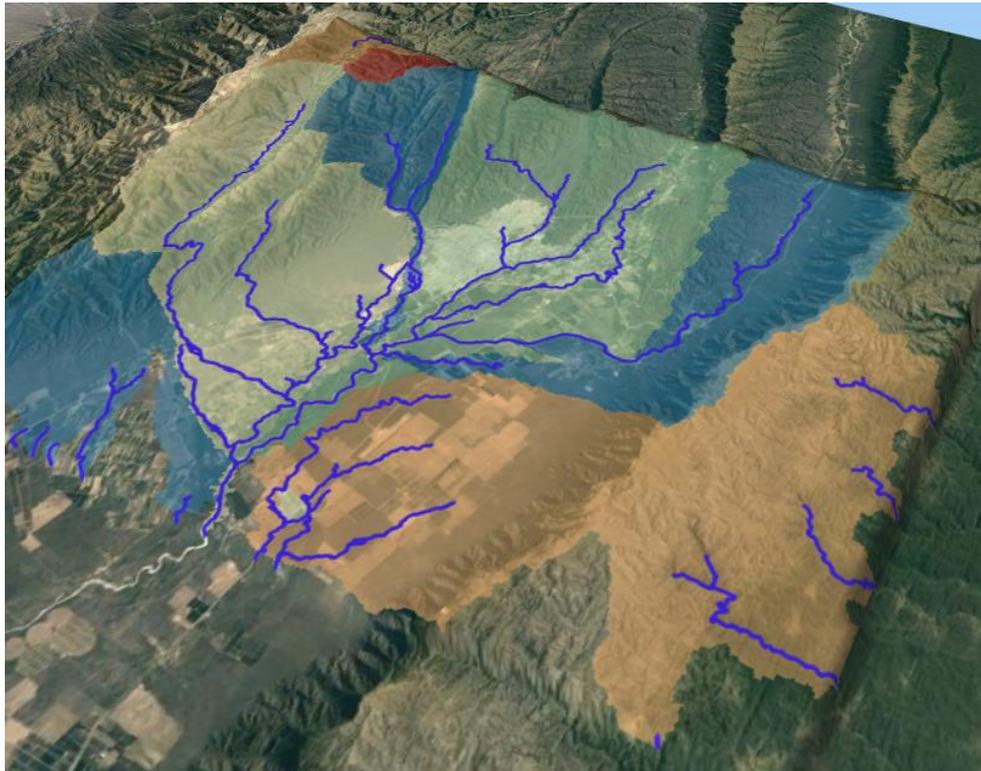


Figura XII-2 Modelado 3D AGC.

En este paso verificamos el trayecto de las líneas de escurrimiento en la imagen siguiente, marcado con rojo el terreno a desarrollar. Como podemos ver tenemos en proximidad un cauce, cabe destacar que posee una jerarquía muy baja dentro de la subcuenca, tanto es así, que se ha edificado gran parte de la localidad de Valle Viejo

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 55
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

por encima de este y su caudal es transferido gran parte a un canal de riego local de larga extensión desde el dique Las Pirquitas.

Como vemos las herramientas nos dan una idea de lo que nos podemos encontrar, pero queda en el criterio profesional tener en cuenta algunos aspectos a la hora del análisis o no.

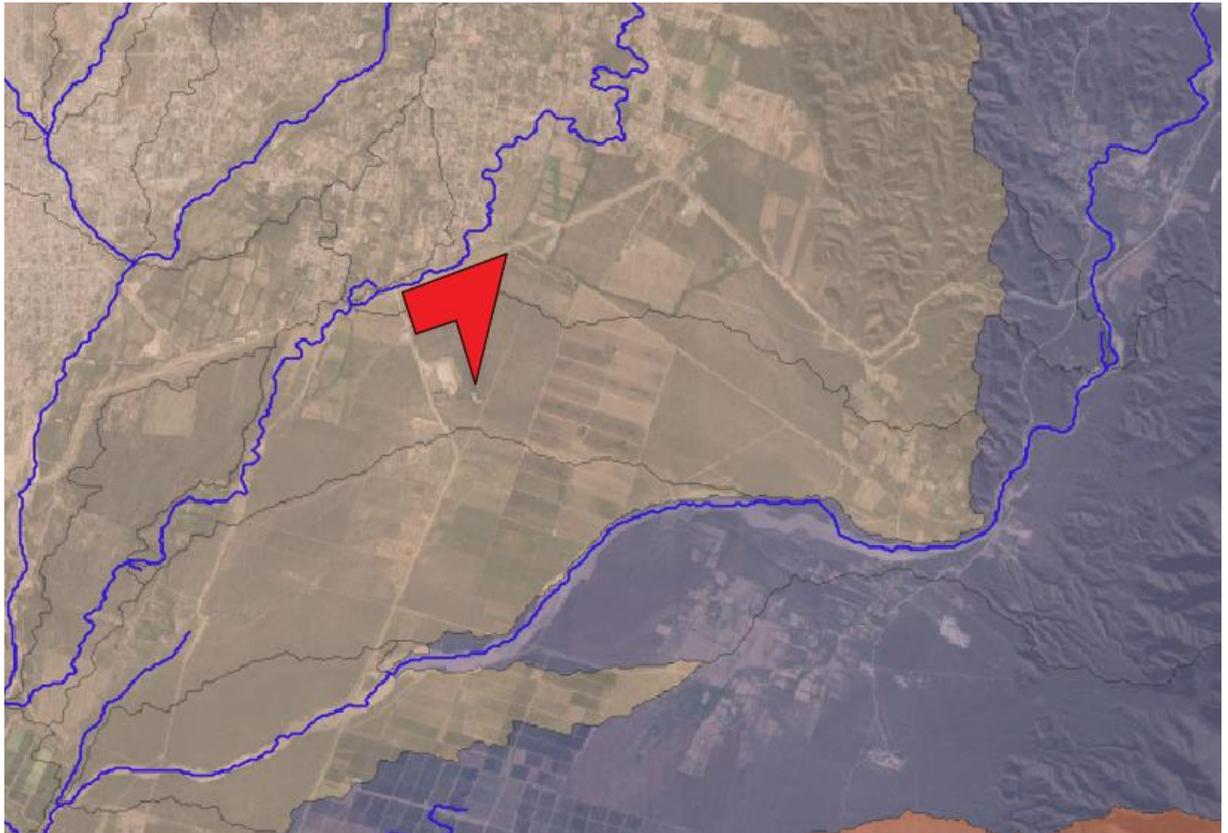


Figura XII-3 Ríos y arroyos cercanos.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 56
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

La zona de proyecto se encuentra en cercanías con el Rio Santa Cruz que recientemente fue foco de obras para evitar inundaciones en posibles crecidas, cuyas obras fueron terminadas en 2019, y el Rio del Valle, formado por el cauce principal homónimo y el Arroyo Fariñango



Figura XII-4 Rio Santa Cruz (abajo), Rio del Valle y A° Fariñango en el centro.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 57
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

XII.B. Análisis interno

Para la delimitación de las cuencas internas al loteo previo a la urbanización, se trabajó con las curvas de nivel obtenidas de los DEM obtenidos apartir del Instituto Geografico Nacional y luego procesados en QGIS. En la siguiente Figura N° X-5, se pueden observar las curvas obtenidas por el programa. La información lograda presenta grandes similitudes con datos relevados de la zona; motivo por el cual se consideró adecuada la utilización de la información brindada por el software para continuar con la realización del trabajo



Figura XII-5 Curvas de elevación

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 58
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

Con las curvas de nivel y los conocimientos previos, se determinaron dos cuencas; con todas sus características que más adelante se detallaran. Estas características son: área y perímetro de la cuenca, longitud y pendiente de los cauces; todo el análisis se hizo por medio del software QGIS.

Cuando corrimos el complemento GRASS dentro del software QGIS, podemos ver como claramente la divisoria de agua de la dos cuencas atraviesan el lote, se procedio a calcular el tiempo de respuesta para cada una y los parametros necesarios para conseguir el caudal estimativo.

En la Figura X-6 podemos ver la linea divisoria de aguas en color verde, y las cuencas en color rojo.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 59
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

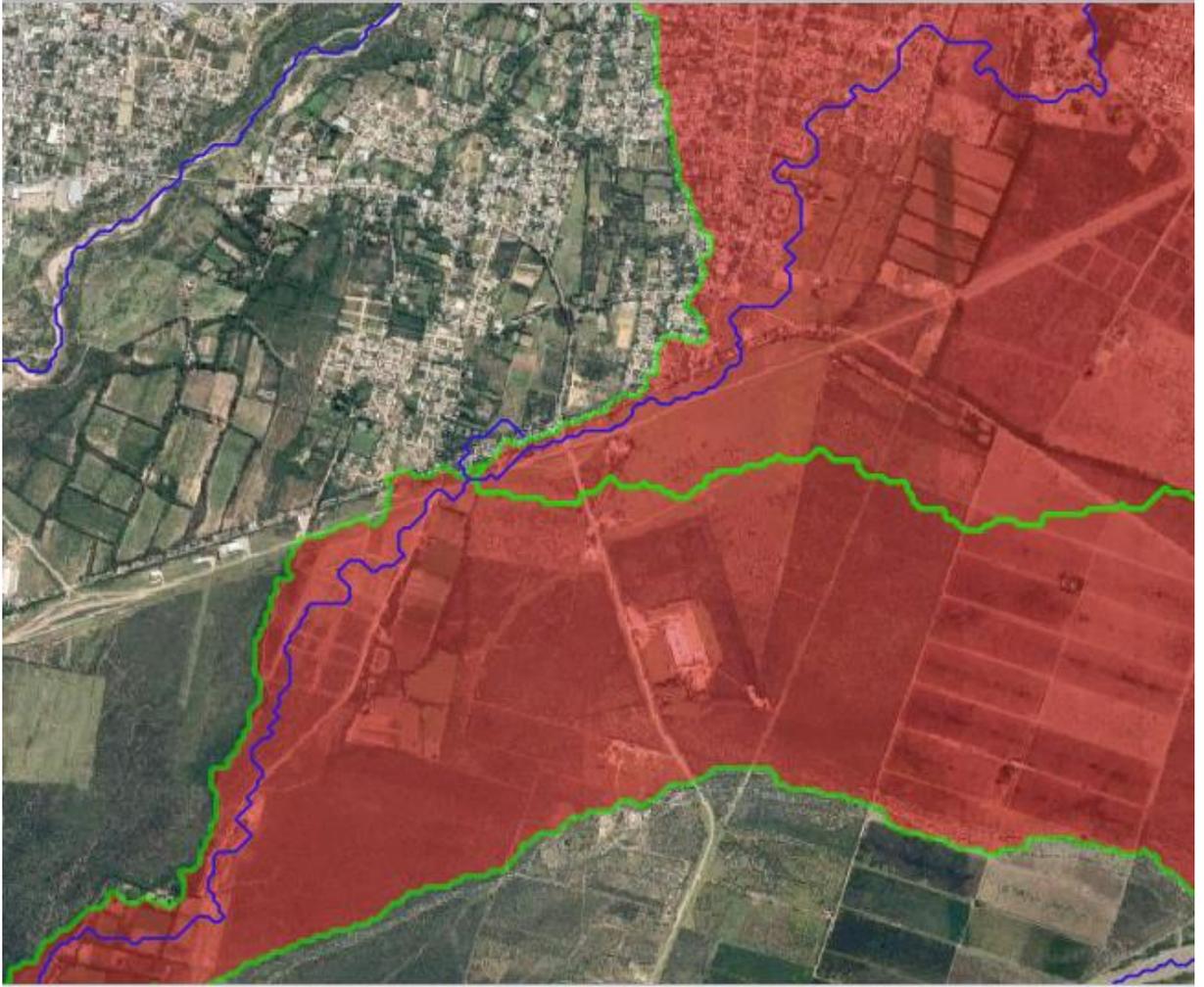


Figura XII-6 Microcuencas internas del loteo

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 60
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

XII.B.1 Cálculo del tiempo de concentración

El tiempo de concentración de una cuenca, se define como el *tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca estén aportando agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida*, punto de desagüe o punto de cierre. Está determinado por el tiempo que tarda en llegar a la salida de la cuenca el agua que procede del punto hidrológicamente más alejado, y representa el momento a partir del cual el caudal de escorrentía es constante.

Tiempo de concentración por el Método de Témez.

El método Racional de J.R. Témez es apto para cuencas inferiores a 200 km². Para cuencas rurales, con un grado de urbanización no superior al 4 % del área de cuenca, se puede utilizar la fórmula siguiente:

$$TC = 0.3\left(\frac{L}{S_0^{0.25}}\right)^{0.75} \quad (\text{Ec. XII.1})$$

Tc: Tiempo de concentración en horas

L: Longitud del cauce principal en kilómetros

So: Diferencia de cotas sobre L en porcentaje

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 61
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

Kirpich (1940)

Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas.

$$TC = 57\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385} \quad (\text{Ec. XII.2})$$

Donde:

Tc= tiempo de concentración en minutos

L = longitud del rio en km

H =diferencia de elevación en m/m

California (1942)

Escencialmente es el metodo de Kirpich desarrollado para pequeñas cuencas en California.

$$TC = 0.875\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385} \quad (\text{Ec. XII.3})$$

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página: 62
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Metodo del SCS (1973)

Ecuación desarrollada por el SCS a partir de información de cuencas de uso agrícola; ha sido adaptada a pequeñas cuencas urbanas con áreas inferiores a 800 Ha; se ha encontrado que generalmente es buena cuando el área se encuentra completamente pavimentada; para áreas mixtas tiene tendencia a la sobreestimación; se aplican factores de ajuste para corregir efectos de mejoras en canales e impermeabilización de superficies.

L = longitud hidráulica de la cuenca mayor trayectoria de flujo (m),

CN = Número de curva SCS,

S = pendiente promedio de la cuenca (m/m).

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (\text{Ec. XII.4})$$

$$TC = \frac{0.0136 * Lp^{0.8} * \left[\frac{1000}{CN} - 9 \right]^{0.7}}{S^2} \quad (\text{Ec. XII.5})$$

Donde:

L = longitud hidráulica de la cuenca mayor trayectoria de flujo (m),

CN = Número de curva SCS,

S = pendiente promedio de la cuenca (m/m).

Las pérdidas iniciales

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 63
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

$$I_a = 0,2 * S \quad (\text{Ec. XII.5})$$

Números de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, sub-urbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad II, $I_a = 0.2S$)

Descripción del uso de la tierra	Grupo hidrológico del suelo			
	A	B	C	D
Tierra cultivada ¹ : sin tratamientos de conservación con tratamientos de conservación	72 62	81 71	88 78	91 81
Pastizales: condiciones pobres condiciones óptimas	68 39	79 61	86 74	89 80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas, cubierta buena ²	45 25	66 55	77 70	83 77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc. óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75%	39 49	61 69	74 79	80 84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial ³ : Tamaño promedio del lote Porcentaje promedio impermeable ⁴				
1/8 acre o menos 65	77	85	90	92
1/4 acre 38	61	75	83	87
1/3 acre 30	57	72	81	86
1/2 acre 25	54	70	80	85
1 acre 20	51	68	79	84
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc. ⁵	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados ⁵	98	98	98	98
grava	76	85	89	91
tierra	72	82	87	89

Figura XII-7 Valores probables curva número SCS

El metodo distingue 4 tipos de suelos (A, B C D) el suelo tipo A corresponde a suelos arenosos o limo arenosos con bajo potencial de escurrimiento. Son suelos con

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 64
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

buen drenaje y conductividades hidraulicas del orden de 7mm/hr. Los suelos tipo B son de tipo limoso con infiltracion moderada, conductividades hidraulicas del orden de los 3 a 6 mm/hr. Los suelos tipo C tienen baja capacidad de infiltracion cuando estan saturados y son limos arcillosos con algo de arena. Finalmente los tipos D tienen un alto potencial de escurrimiento y pequeña infiltración . Estan formados fundamentalmente por suelos finos arcillosos o limosos, con conductividades hidraulicas del orden de 1 mm/hr. Se presentan los resultados obtenidos para el tiempo de concentracion mediante los metodos anteriormente mencioandos.

Tabla XII-1 Tiempos de concentración calculados

	TC (min) SCS	TC (min) Témez	Tc (min) KIRPICH	Tc (min) California
Norte	15.72	18.25	37.54	26.61
Sur	18.96	19.81	33.60	28.16

Se utiliza un valor para el $t_c=30\text{min}$, para cumplir con la mayoria de los resultados y asegurarnos de que toda la cuenca este aportando al punto de salida a la hora de simular la tormenta de diseño.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 65
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Tabla XII-2 Áreas de cuencas internas

		Área (Ha)	Área (km ²)
Cuenca interna	Norte	40	0.4
	Sur	17	0.17

Tabla XII-3 Cauces internos

Cauces internos antes de la urbanización						
Cuenca	Longitud [m]	H superior [m]	H Inferior [m]	dH [m]	i [m/m]	i [%]
Norte	865	517.5	513	4.5	0.0052023	0.520231
Sur	1000	517.5	511.5	6	0.006	0.6

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01
Página 66	
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

XII.B.2 Determinación de lluvia de diseño

Para poder determinar la lluvia de diseño, lo primero que se hizo fue obtener las curvas IDF de la zona a trabajar, (INA – CIRSA en Instituto Nacional del Agua). Una curva IDF o de Intensidad-Duración-Frecuencia es una relación matemática, generalmente empírica, entre la intensidad de una precipitación, su duración y la frecuencia con la que se observa. La probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones intensas puede caracterizarse mediante períodos de retorno, obtenidos a partir de la inversa de la frecuencia acumulada.

Los datos pluviográficos se obtuvieron a partir de la digitalización de curvas idT construidas por el Servicio Meteorológico Nacional en la estación Catamarca Aeropuerto para distintas duraciones (1, 1.5, 2, 3, 4, 6 y 12 horas) y períodos de retornos de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 200 años.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 67
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

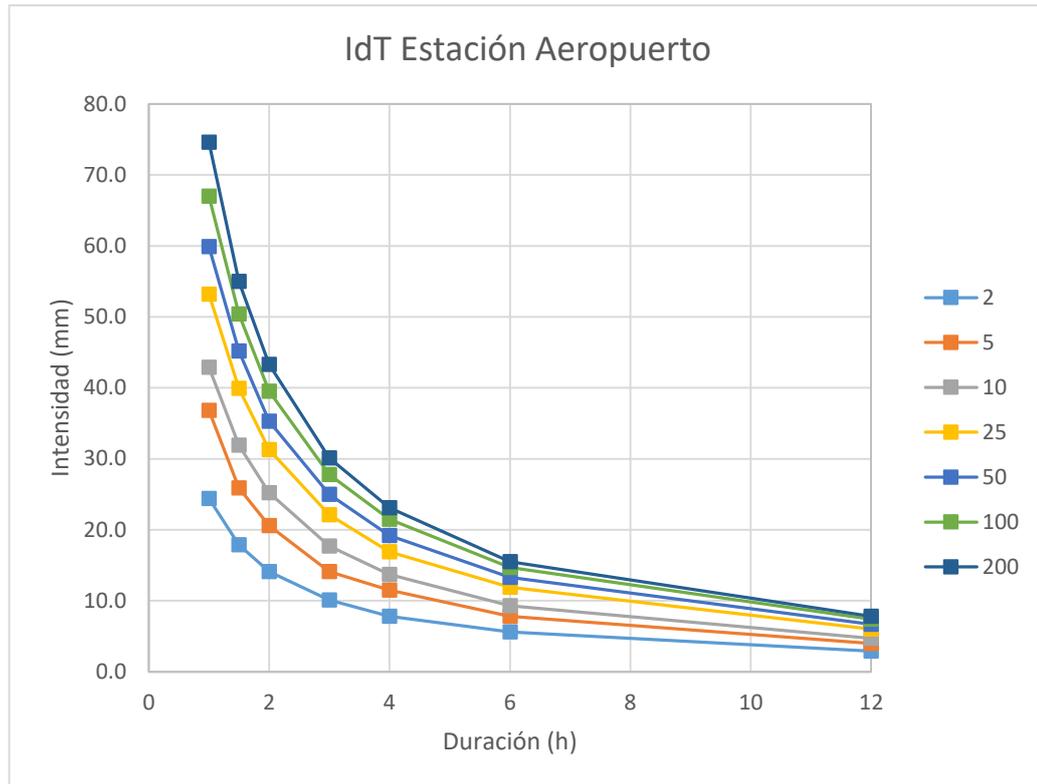


Figura XII-8 Curvas IDT Estación Aeropuerto

Tabla XII-4 Curva idT Estación Aeropuerto

T [años]	2	5	10	25	50	100	200
d [min]	i [mm/h]						
60	24.4	36.8	42.9	53.2	59.9	67	74.6
90	17.9	25.9	31.9	39.9	45.2	50.4	55
120	14.1	20.6	25.2	31.3	35.3	39.5	43.3
180	10.1	14.1	17.7	22.1	25	27.8	30.1
240	7.8	11.5	13.7	16.9	19.2	21.5	23.1
360	5.6	7.8	9.3	11.9	13.3	14.7	15.5
720	2.9	4	4.7	6	6.7	7.4	7.8

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 68
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Los datos que a continuación se proporcionan corresponden a lluvias de 60 minutos duración, para recurrencias de 10, 25 y 50 años; ya que con dicho tiempo de tormenta de diseño nos aseguramos de que todos los puntos de las cuencas están aportando al punto de salida, es decir, el tiempo de la tormenta de diseño debe ser mayor al tiempo de concentración de las cuencas.

Tabla XII-5 Intensidades eventos de 60 minutos

P60min	
T (años)	Intensidad (mm/h)
10	42.9
25	53.2
50	59.9

Luego, para determinar los hietogramas correspondientes a la lluvia de diseño se utilizó la distribución porcentual de la lluvia a partir de sextiles, con el pico en el segundo sextil. Se hizo esto debido a que se conoce el volumen de precipitación, pero no su distribución ya que su intensidad no es constante en toda la duración de la lluvia. Esta distribución fue propuesta por Instituto Nacional de Ciencia y Técnicas Hídricas (INCYTH) en 1994 en estudios cercanos a la zona del proyecto.

Tabla XII-6 Distribución de precipitaciones AGC

Sextil	%
1	9.7
2	41.5
3	22.8
4	11.4
5	8.1
6	6.5

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 69
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Los hietogramas a formar van a ser tres, uno por cada recurrencia, se presentan a continuación, y exigen un desarrollo matemático sencillo: se elige una intensidad de diseño, en nuestro caso las detalladas en la tabla XI-3 y se las multiplica por la distribución en sextiles de la tabla XI-4.

Tabla XII-7 Hietograma P60 10 Años

P60 TR=10 años	
Tiempo (min)	P (mm)
10	4.2
20	17.8
30	9.8
40	4.9
50	3.5
60	2.8
Total	42.9

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 70
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

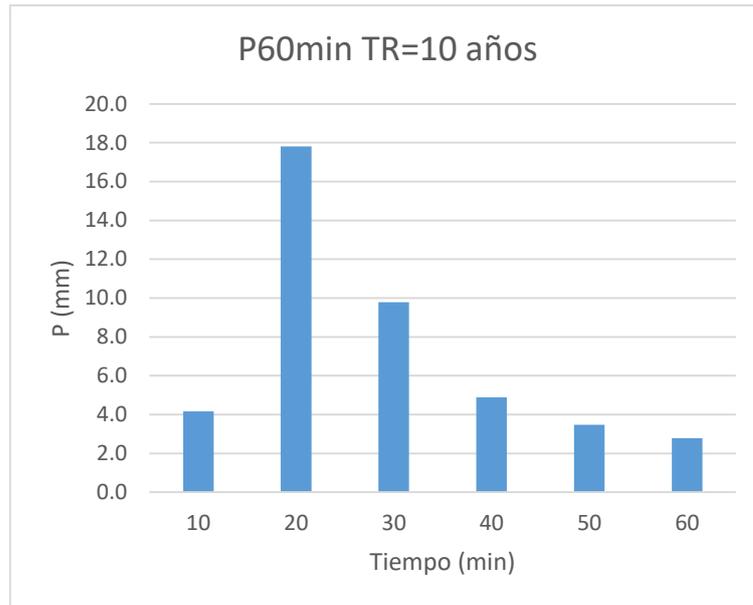


Figura XII-9 Hietograma P60 10 Años

Tabla XII-8 Hietograma P60 25 Años

P60 TR=25 años	
Tiempo (min)	P (mm)
10	5.2
20	22.1
30	12.1
40	6.1
50	4.3
60	3.5
Total	53.2

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 71
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

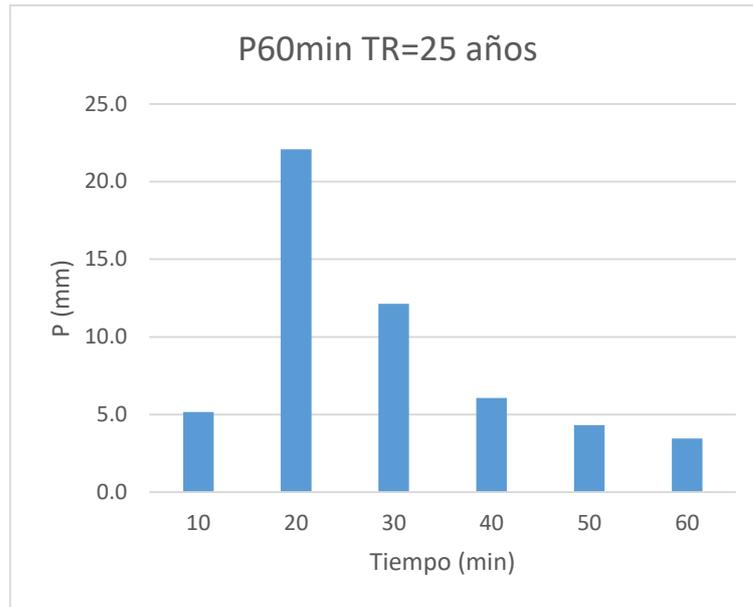


Figura XII-10 Hietograma P60 25 Años

Tabla XII-9 Hietograma P60 50 Años

P60 TR=50 años	
Tiempo (min)	P (mm)
10	5.8
20	24.9
30	13.7
40	6.8
50	4.9
60	3.9
Total	59.9

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 72
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

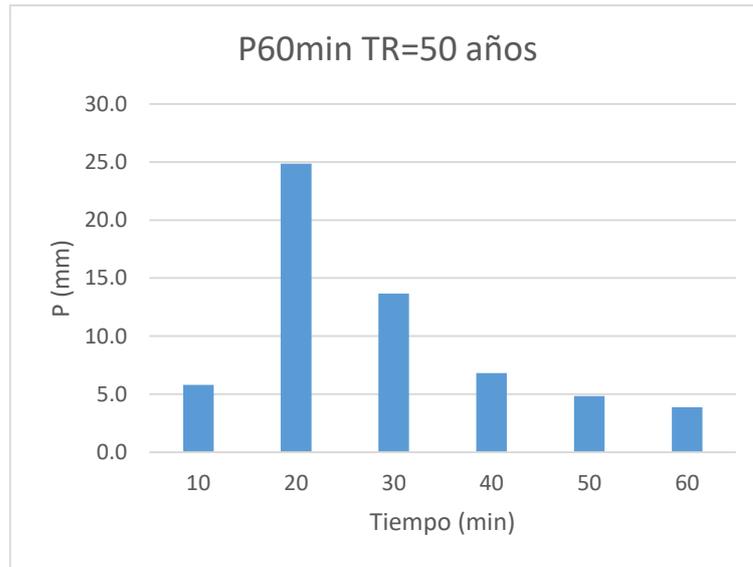


Figura XII-11 Hietograma P60 50Años

XII.B.3 Modelación Hidrológica

Para llevar a cabo la modelización hidrológica se utilizó el Software HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System), del centro de ingeniería hidrológica del ejército de los Estados Unidos. El programa se desarrolló a partir de 1992 como un reemplazo para HEC-1, que durante mucho tiempo se ha considerado un estándar para la simulación hidrológica. Este es un programa de simulación hidrológica tipo evento, lineal y semidistribuido, desarrollado para estimar los hidrogramas de salida en una cuenca o varias subcuencas (caudales máximos y tiempos al pico) a partir de condiciones extremas de lluvias, aplicando para ello algunos de los métodos de cálculo de hietogramas de diseño, pérdidas por infiltración, flujo base y conversión en escurrimiento directo.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 73
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

XII.C. Modelación cuenca interna. Estado actual

El primer paso fue cargar las lluvias de diseño en el programa. Luego crear y cargar todos los datos previamente obtenidos de las dos cuencas originales. A continuación, en las siguientes figuras, se presenta el modelado con los resultados arrojados por el programa, para un tiempo de recurrencia de veinticinco (25) años, ya que este es el tiempo de recurrencia que se solicita para la verificación de la escorrentía superficial

XII.C.1 Cuenca Norte

Se presentan los resultados de la modelación antes de la urbanización, con un numero de curva SCS de 39 (valores para pastizales o similar), grupo A (arenas). Esto quiere decir que la cubierta se encontrara en buenas condiciones de drenaje. Si bien se podría haber elegido el numero 30 (riberas de rio) de la tabla XXX, pero se quiso ser más conservador a la hora de la modelación.

La precipitación utilizada fue la de 1 hora y 25 años de tiempo de recurrencia presentada anteriormente, para una lámina total de 53.2 mm. Como sabíamos por las visitas realizadas, no existían construcciones sobre el terreno, solo un tinglado y una casa pequeños, por lo cual la impermeabilidad que hay que simular, es prácticamente despreciable, se consideró igual a 4%.

*Curve Number:	39
*Impervious (%)	4

Figura XII-12 CN utilizado

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 74
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

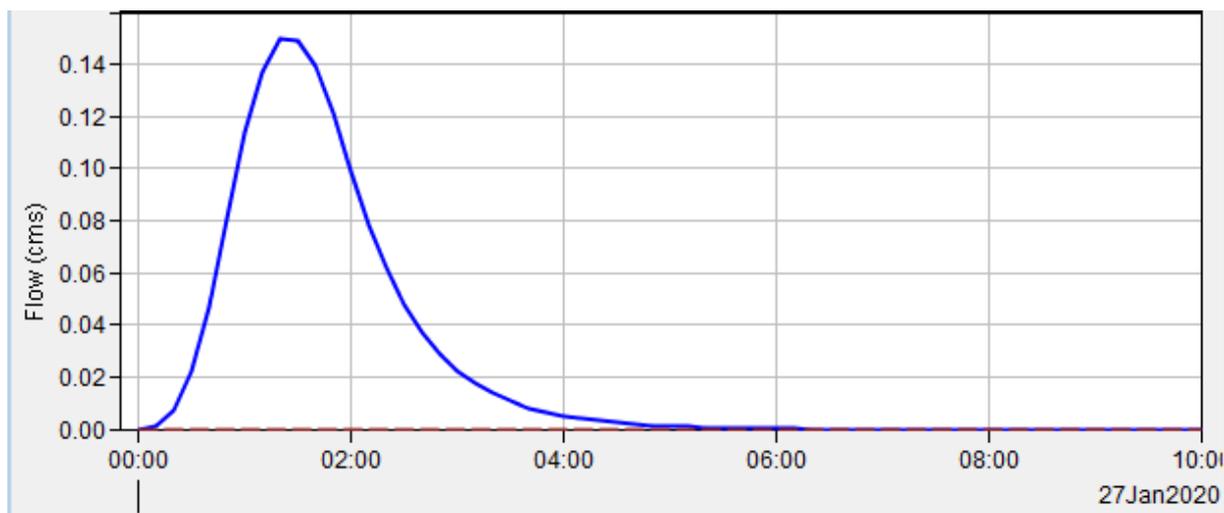


Figura XII-13 Hidrograma cuenca norte antes de urb.

Como era de esperar, el terreno cuenta con buenas condiciones de drenaje cuando lo analizamos en el estado actual, es decir antes de urbanizar.

El resultado obtenido a la salida del canal colector norte es de 0.15 m³/s.

Para colocar el resultado en orden de magnitud, nombramos el ejemplo del Rio del Valle, el cual es el más caudaloso de la provincia, y tiene un módulo medio de 4.5 m³/s.

XII.C.2 Cuenca Sur

De igual manera, se procedió a simular la situación de la Cuenca Sur, la cual tiene otro canal de descarga, opuesto al de la Cuenca Norte. La cuenca simulada tiene un

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 75
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

tamaño de 17 Ha y se utilizaron los mismos parámetros de número de curva e impermeabilidad que la cuenca vecina.

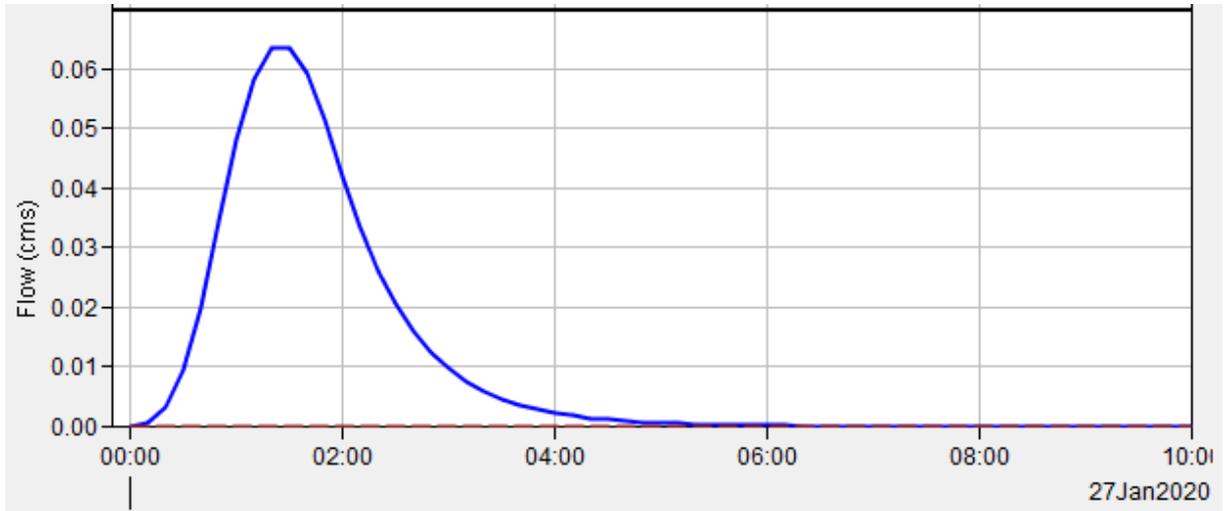


Figura XII-14 Hidrograma cuenca sur antes de urb.

XII.D. Modelación estado futuro

Se presenta la simulación del estado futuro, es decir cuando ya se encuentre la urbanización en su pleno auge, con todas las viviendas construidas, y las calles impermeabilizadas con carpeta asfáltica o hormigón, (se considera que en un futuro puedan llegar a estarlo).

Para este caso, se utilizó un número de curva igual a 61, uso residencial para lotes de $\frac{1}{4}$ de acre aproximadamente 1000m² para suelos del grupo A.

XII.D.1 Cuenca norte

Después de realizada la urbanización se exhibe un caudal de 0.34 m³/s.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 76
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

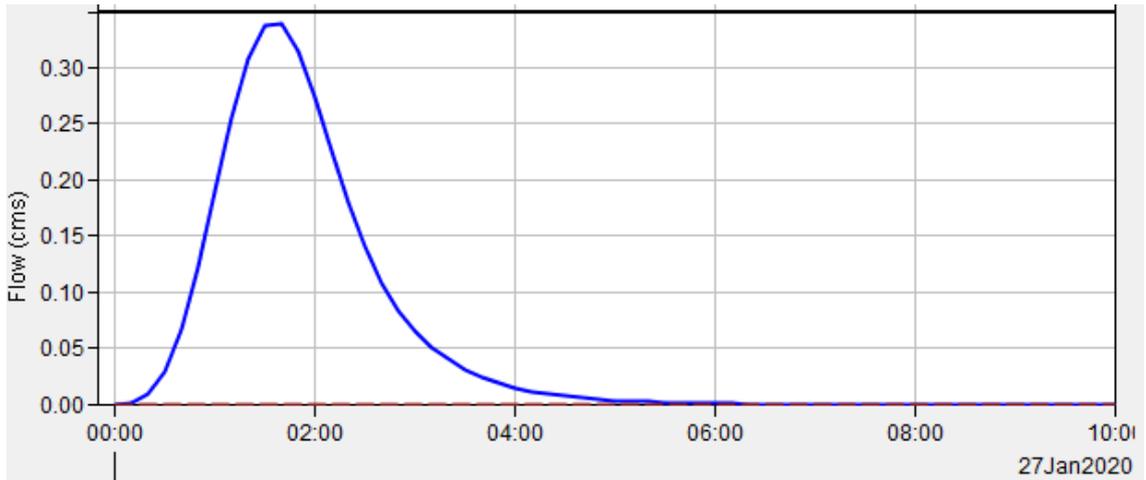


Figura XII-15 Hidrograma cuenca norte post urb.

XII.D.2 Cuenca sur

Del mismo modo, en el canal sur se presentan 0.14m³/s.

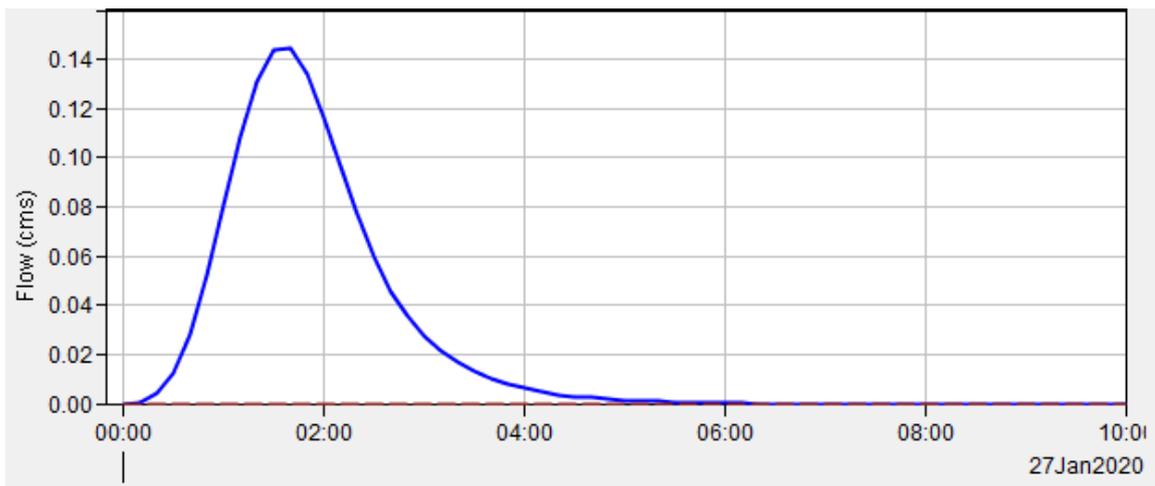


Figura XII-16 Hidrograma cuenca sur post urb.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 77
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

XII.E. Análisis de resultados y mitigación

La zona del Gran Catamarca se encuentra en la denominada región semiárida del país, por lo tanto, la normativa municipal de Valle Viejo no exige lagunas de retardo u obras de atenuación, practica muy común en zonas como la provincia de Córdoba.

Al ser éste un trabajo de prefactibilidad, sin obviar ninguna revisión posterior, se puede interpretar que el agua recolectada podrá ser enviada directamente a la cuneta de Av. Circunvalación para el caso de la cuenca norte, y para el caso de la cuenca sur el agua podrá ser enviada por la cuneta de la Ruta 33. Donde deberán ser conducidos por canales, los cuales se van a pre dimensionar a continuación.

Se adjuntan en las hojas siguientes, imágenes del escurrimiento interpretado que tendrá la zona de estudio a partir de imágenes fotogramétricas del Instituto Geográfico Nacional y procesadas posteriormente en el software QGIS.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 78
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

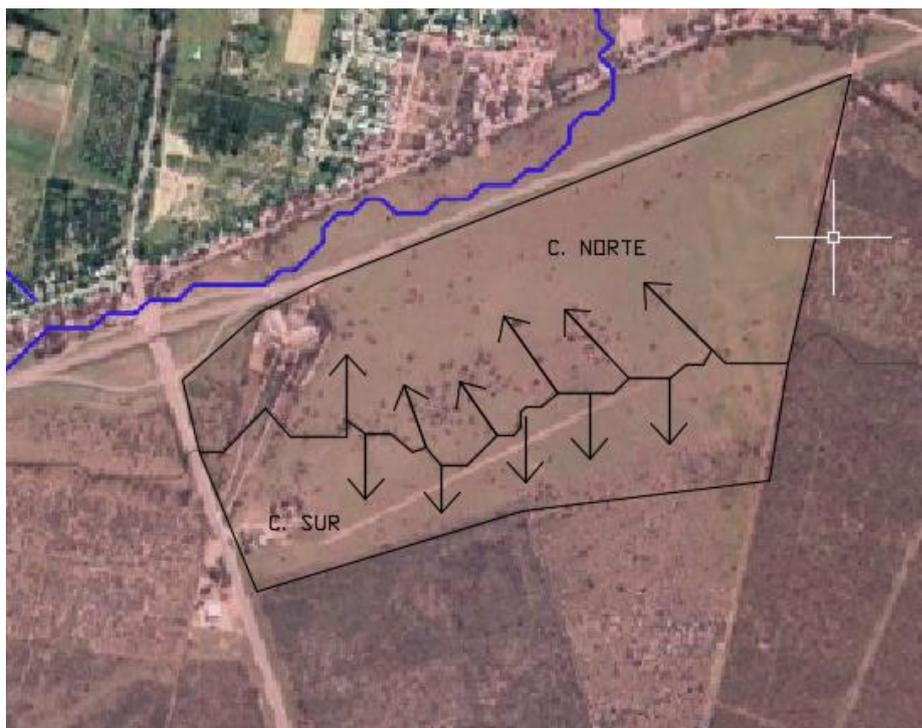


Figura XII-17 Dirección de Drenaje lateral

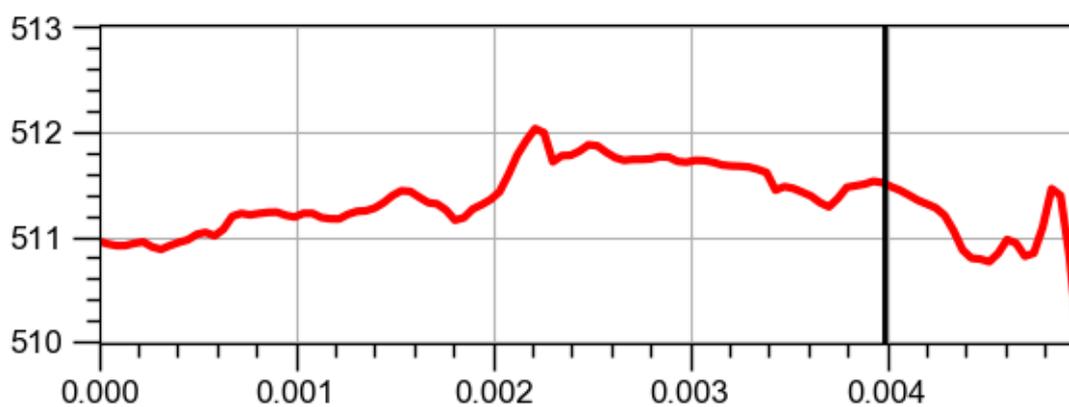


Figura XII-18 Elevaciones Norte – Sur

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 79
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

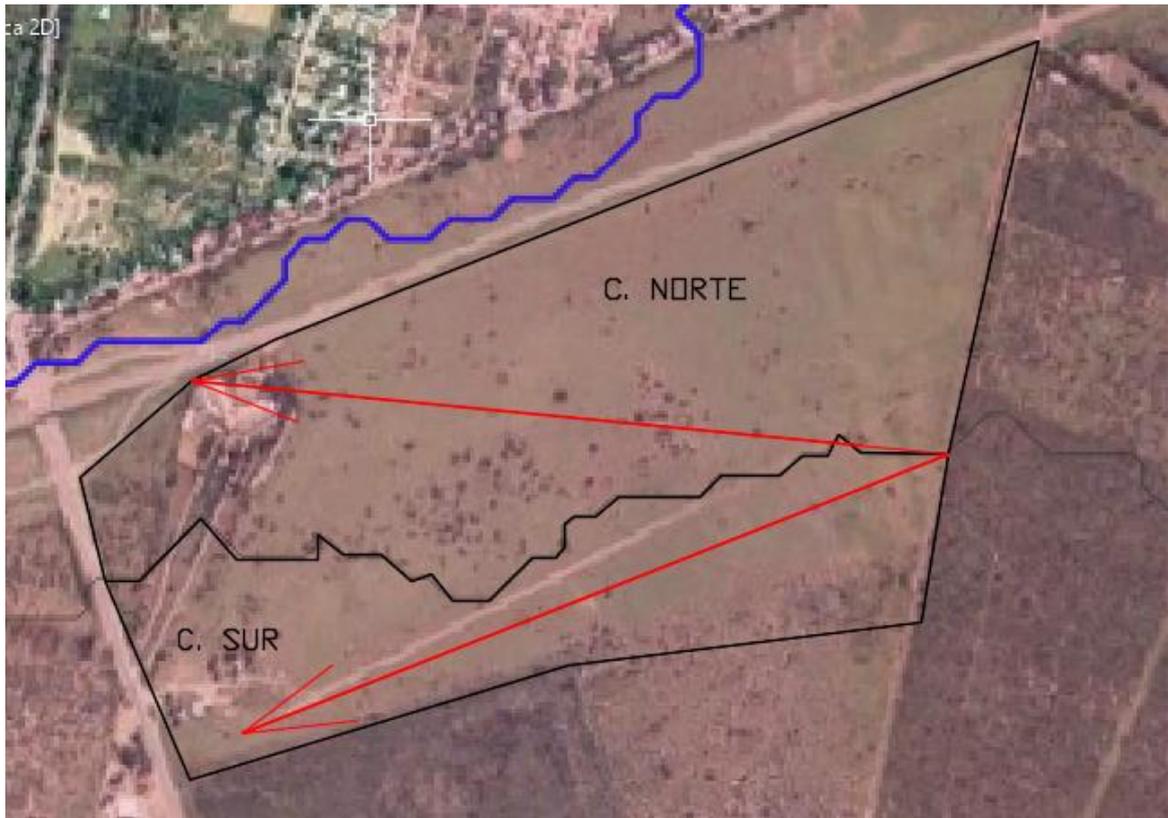


Figura XII-19 Dirección principal de Drenaje Este-Oeste

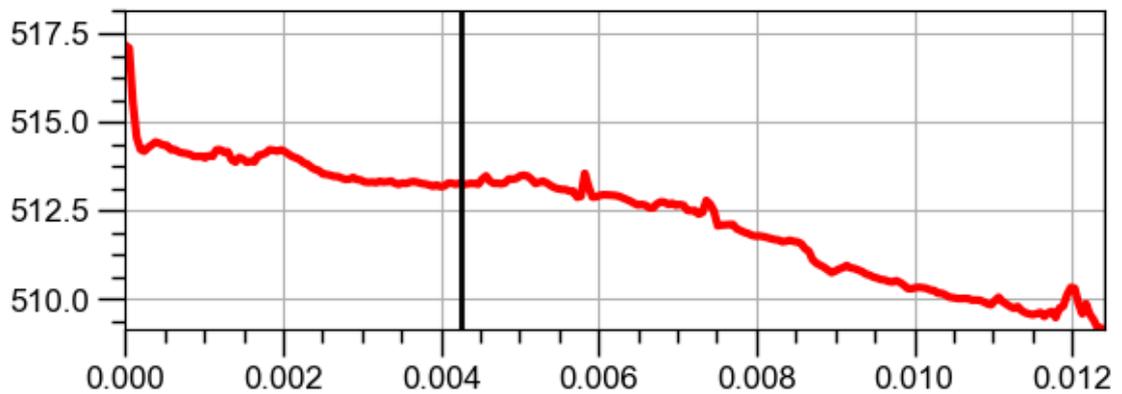


Figura XII-20 Elevaciones Este-Oeste

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 80
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

XII.E.1 Expresión utilizada. Fórmula de Manning

Para el cálculo de los canales se utiliza la expresión de Manning:

$$V = \frac{1}{n} R h^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ec. XII.6})$$

- Donde n es el coeficiente de rugosidad de Manning, para canales revestidos de césped mantenidos éste es igual a 0.024.
- V es la velocidad del agua en el canal.
- La velocidad admisible es de 1 m/s para canales revestidos de suelo.
- So pendiente efectiva de la línea de energía es igual a 4/1000 m/m.
- Rh es el radio hidráulico.

A modo de simplificación para un pre dimensionado en esta etapa de anteproyecto, se supondrá un canal trapezoidal.

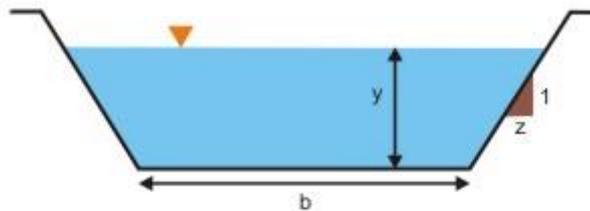


Figura XII-21 Canal trapezoidal en corte

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 81
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

XII.E.2 Canal norte

De lo calculado anteriormente, se sabe que el caudal de recurrencia de 25 años será de 0.35 m³/s.

Para el diseño del canal se propone un área para el canal y se procede a verificar para el caudal de 25 años:

- B=3m
- y=0.20 m
- z=8
- Área del canal 0.92 m²
- Perímetro mojado del canal: 6.22 m
- Radio hidráulico del canal: 0.15 m
- V admisible 1 m/s
- n=0.025
- Pendiente de la línea de energía: 4/1000

Aplicando la expresión de Manning indicada anteriormente, nos da como resultado:

$$V_{25}=0.81 \text{ m/s.}$$

Verificación del caudal

El caudal a transportar es $Q_{25}=0.35 \text{ m}^3/\text{s}$.

Y sabemos que $Q= V \cdot A$

$$Q_{\text{diseño}}= 0.81 \cdot 0.92 = 0.75 \text{ m}^3/\text{s}$$

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 82
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

$Q_{diseño} > Q_{25}$.

Por lo tanto, verifica el canal propuesto.

XII.E.3 Canal sur

De la misma manera que el canal norte se procede al pre dimensionado del canal para la cuenca sur

De lo calculado anteriormente, se sabe que el caudal de recurrencia de 25 años será de 0.14 m³/s.

Para el diseño del canal se propone:

- B=3m
- y=0.20 m
- Área del canal 0.92 m²
- Perímetro mojado del canal: 6.22 m
- Radio hidráulico del canal: 0.15 m
- V admisible 1 m/s
- n=0.025
- pendiente de la línea de energía=6/1000

Aplicando la expresión de Manning indicada anteriormente, nos da como resultado: $V_{25}=0.99$ m/s.

Verificación del caudal

El caudal a transportar es de $Q_{25}=0.14$ m³/s. Y sabemos que $Q= V \cdot A$

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 83
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

$Q_{\text{diseño}} = 0.99 \cdot 0.92 = 0.91 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_{\text{diseño}} > Q_{25}$. Por lo tanto, verifica el canal propuesto.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 84
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		



Figura XII-22 Cuneta sobre ruta 33

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01
Página 85	
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

XIII.Red de agua potable

XIII.A. Introducción

La obra de distribución representa entre el 50 al 80 % del costo total de un sistema de provisión de agua potable, de donde podemos deducir la importancia que tiene la realización de un buen diseño que permita cumplir con su cometido al menor costo posible.

La prestación del servicio de agua, en la provincia, reconoce dos situaciones: en el área Gran Catamarca es público-privada y en el resto de la provincia bajo la órbita del Estado, con distintas modalidades de gestión. Luego de siete años y medio de concesión, el Estado provincial retomó el servicio que estaba en manos de la firma de capitales españoles Aguas del Valle S.A., poniendo fin a la privatización de la prestación del servicio sanitario de Capital, Valle Viejo y Fray Mamerto Esquiú. El Gobierno por su parte, forma una empresa con participación estatal mayoritaria, llamada Aguas de Catamarca (Sociedad Anónima con Participación Estatal Mayoritaria) SAPEM, para gerenciar el servicio de agua y cloacas.

La falta de presión en el sistema de distribución de agua para consumo domiciliario, se registra especialmente en las zonas altas del NO de SFVC en los últimos meses del año, cuando se produce el mayor déficit en la relación oferta /demanda porque comienza el mayor consumo debido el calor y escasean las reservas juntadas en la época de lluvia del verano anterior. Las que más sienten el impacto son las familias de menos recursos que no tiene capacidad de acopio domiciliario.

En el caso del terreno en cuestión, el punto de conexión futuro tiene aproximadamente una presión de 2,5 kg/cm² (o 25 m.c.a.). Dicha conexión se encuentra materializada al norte del terreno, tal como se puede ver en el plano propuesto en el anexo del informe.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 86
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

En cuanto a la disposición conveniente del trazado de la red del barrio, existen dos alternativas, estas pueden ser en formas de mallas cerradas o abiertas.

La red abierta cuenta con una tubería principal se distribuye el agua en otros ramales que terminan en puntos ciegos, su uso es común en obras lineales. Como principal desventaja ante una rotura o falla deja sin servicio a los usuarios que se encuentren aguas debajo de la rotura o falla.

Mientras que la red cerrada se forma por una malla de tuberías interconectadas entre sí. Estas son más eficientes y dan más garantía al servicio ya que mediante una posible rotura o falla la cantidad de usuarios afectados es menor, ya que el agua puede llegar a un mismo punto mediante dos caminos.

Se adjunta la Figura N° XI-1, donde se ven representados ambos tipos de redes, donde cada letra es un nodo de la red.

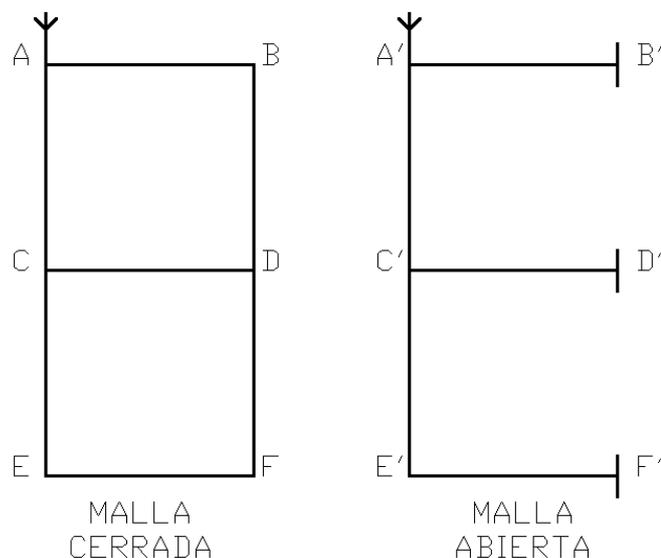


Figura XIII-1 Tipos de red de agua

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 87
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Por lo desarrollado anteriormente se opta por la utilización de una red de distribución cerrada.

XIII.B. Parámetros de diseño

Para llevar a cabo el sistema de agua potable se deben tener en cuenta ciertos parámetros de diseño, para que el sistema funcione correctamente, es decir que no solo se debe cumplir el objetivo principal de llevar agua desde la fuente de suministro a los diferentes puntos de consumo sino también se deben cumplir ciertos aspectos especificados en las normas ENOHSA como presión en los nodos, perdidas, velocidades admisibles.

XIII.B.1 Población

Se prevén viviendas unifamiliares y se toma un valor de 4 personas por lote (valor promedio de familia tipo de acuerdo a las características de la zona).

El anteproyecto cuenta con un total *sugerido* de 111 lotes, realizando el producto entre la cantidad de personas por lotes y el total de lotes, se computa un total de 444 habitantes a servir.

Cabe aclarar que el pre dimensionado será válido únicamente para la cantidad de lotes que se sugiere en el presente trabajo, si se modificase la cantidad de los mismos, se deberá redimensionar la red propuesta.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 88
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

XIII.B.2 Demanda / Dotación

La dotación es el consumo diario de agua, que sirve para calcular los caudales de diseño y demás parámetros. De acuerdo a lo establecido por una investigación acerca del consumo de agua potable por persona en el AGC se estableció que el mismo es igual a 250 litros, valor sugerido en las normas ENOHSA.

XIII.B.3 Trazado de la red

Se comenzó por ejecutar el trazado de la red, haciendo uso del software AutoCAD, y con los conocimientos previos.

El trazado de la red se puede ver en el anexo.

XIII.B.4 Cálculo de consumos

Para el desarrollo del siguiente apartado se debe tener en claro los conceptos detallados a continuación.

Caudal medio: El caudal medio o consumo medio diario (Q_{medio}) es la cantidad de agua que requiere una población en un día, que resulta de multiplicar la dotación diaria por la población a servir.

Caudal de Diseño: La red de agua potable debe estar diseñada para poder abastecer a la máxima demanda horaria en el día de mayor consumo. Para obtener ese valor máximo, se debe afectar el caudal medio por coeficientes definidos por el ENOHSA.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 89
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

Se utilizó α_1 y α_2 a partir de la población servida de la Tabla N° XI-1 obtenida del ENOHSA adjunta a continuación. Debido a que la población a servir está en el rango de 500 a 3000 habitantes, se utilizaron los siguientes coeficientes α_1 y α_2 .

$\alpha_1 = 1,40$ = es la relación entre el caudal medio del día de mayor consumo y el caudal medio anual.

$\alpha_2 = 1,90$ = relación entre el caudal máximo horario y el caudal medio del día de mayor consumo.

Tabla XIII-1 Relaciones para caudales máximos y medios.

Población servida	α_1	α_2	α	β_1	β_2	β
500 h < P _s ≤ 3.000 h	1,40	1,90	2,66	0,60	0,50	0,30
3.000 h < P _s ≤ 15.000 h	1,40	1,70	2,38	0,70	0,50	0,35
15.000 h < P _s	1,30	1,50	1,95	0,70	0,60	0,42

Los cálculos necesarios para los conceptos definidos anteriormente se detallan a continuación.

Caudal medio:

$$Q_{md} = \text{dotacion} * \text{habitantes totales} \quad (\text{Ec. XIII.1})$$

$$Q_{md} = 250 * 444 = 111.000 \text{ (l/día)}$$

$$Q_{md} = 111000/86400 = 1,29 \text{ (l/seg)}$$

Caudal máximo diario:

$$Q_{maxdiario} = \alpha_1 * Q_{md} \quad (\text{Ec. XIII.2})$$

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 90
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

$$Q_{maxdiario} = 1,4 * 1,29 = 1,80 \text{ (l/seg)}$$

Caudal máximo horario:

$$Q_{maxhorario} = \alpha^2 * Q_{maxdiario} \text{ (Ec. XIII.3)}$$

$$Q_{maxhorario} = 1,9 * 1,80 = 3,42 \text{ (l/seg)}$$

Entonces, tenemos que la red se diseñará para soportar un caudal pico de 3,42 litros/segundo.

XIII.B.5 Caudal hectométrico

Por último, para determinar el *caudal hectométrico*, se debe dividir el caudal máximo horario por los metros totales de cañería necesarios.

Para el loteo en cuestión se requiere un total de 2752 metros de cañería para la red de agua.

A continuación, queda expresado el valor de dicho caudal.

$$Q_{hec} = \frac{3,42}{2752} = 0,0012 \text{ l/s * m} \text{ (Ec. XIII.4)}$$

El caudal hectométrico nos sirve para determinar el gasto de cada nodo, esto se hace multiplicando la distancia del tramo de la red que se desea conocer.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 91
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Por ejemplo, si una distancia es 100 metros y el Qhec es de 0,0012 l/s*m, el gasto en ese tramo será de 0,12 l/s.

En la Tabla N° XI-2, se presentan los caudales hectométricos que pasa por cada nudo de la red.

Tabla XIII-2 Gasto Hectométricos por nudo

NODO	GASTO L/s
N-3	0.00
N-6	0.00
N-10	0.00
N-14	0.00
N-9	0.27
N-13	0.27
N-1	0.27
N-2	0.27
N-4	0.27
N-5	0.27
N-7	0.27
N-8	0.27
N-11	0.27
N-12	0.27

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 92
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

XIII.B.6 Velocidades limites

Se establecen límites de velocidades para el diseño de la red de agua. Las velocidades mínimas se relacionan con que evitan la sedimentación y/o decantación de las partículas, y las velocidades máximas se establecen porque se potencian una serie de inconvenientes. Entre ellos los posibles golpes de ariete originados en el cierre de válvulas o la evacuación de aire son mayores y por ende más peligrosos a velocidades altas de escurrimiento, así como las acciones dinámicas en ramales de derivación, cambios de diámetro, cambio de dirección y tapones terminales. Las velocidades muy altas también pueden generar erosión en las tuberías y costos en anclaje.

El ENOHSA establece como velocidades usuales las expresadas a continuación en la Tabla XI-3:

Tabla XIII-3 Velocidades usuales en función del diámetro

Diámetro mm	Mínimo		Máxima	
	Velocidad m/s	Caudal l/s	Velocidad m/s	Caudal l/s
60	0,30	0,85	0,90	2,54
75	0,30	1,33	0,90	3,98
100	0,30	2,36	0,90	7,07
150	0,30	5,30	0,90	15,90
200	0,30	9,42	0,90	28,27
250	0,60	29,45	1,30	81,25
300	0,60	42,41	1,30	91,89
400	0,60	75,40	1,30	163,36
500	0,60	117,81	1,30	255,25
600	0,80	226,19	2,00	565,49
700	0,80	307,88	2,00	769,69

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 93
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

XIII.B.7 Presiones limites

La presión mínima se fija previamente teniendo en cuenta las características de la edificación dominante, debiendo cumplirse esta condición para todos los puntos de la red. Debe consultarse también las reglamentaciones existentes a nivel provincial o municipal.

Por lo tanto, puede suponerse que, de cumplirse esta condición en el punto más desfavorable de la red, que es aquel que está a cota más elevada o a mayor distancia del punto inicial de la red o ambas condiciones, se cumplirá para toda la red. Sin embargo, se deberá trazar la piezométrica de cada ramal, para verificar dicho cumplimiento, especialmente cuando en la altimetría del terreno se observan variaciones importantes o cuando la red sea muy extensa. Los criterios más utilizados son los indicados en la siguiente tabla:

Organismo	Características	Presión Mínima
Según OSN	No tiene en cuenta la población	12 m.c.a.
Según SNAP	Poblaciones de menos de 3.000 habitantes	6 m.c.a.
	Poblaciones de mas de 3.000 habitantes	10 m.c.a.

Tabla XIII-4 Presiones mínimas usuales

También se usa, para poblaciones de cierta importancia, fijar la presión mínima estableciendo que deberá servirse, sin bombeo adicional, a una vivienda de planta baja y dos pisos altos, lo que hace una altura aproximada de 12 a 14 m.c.a.

La presión máxima se fija a efectos de evitar altos costos de explotación como consecuencia de un mayor consumo, alta posibilidad de roturas, pérdidas, etc.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 94
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

Por ello se establece dicha presión máxima de servicio en:

$$P_{max} = 30 \text{ m.c.a.}$$

XIII.C. Consideraciones para adoptar un sistema mixto.

En el caso que se desee adoptar un tanque pulmón para el barrio se deberán seguir los conceptos enunciados a continuación:

Su ubicación deberá coincidir con el punto de mayor cota del terreno.

Su ubicación en lo posible se deberá encontrar próximo al punto de captación y cercano al centro de gravedad del barrio.

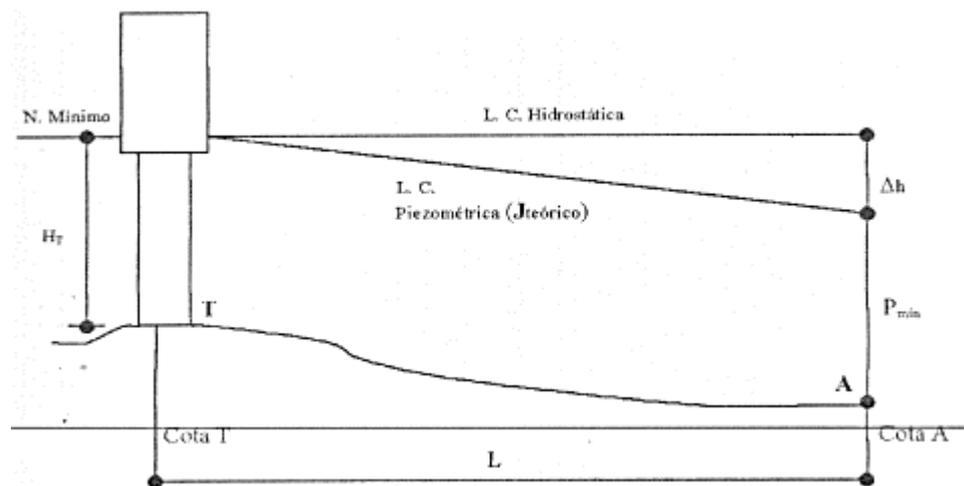


Figura XIII-2 Consideraciones sistema mixto

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 95
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Para calcular Ht (altura del tanque):

$$\text{Cota T} + \text{Ht} = \text{Cota A} + \text{Pmin} + \Delta h$$

Donde son datos:

- Cota del punto T (tanque)
- Cota del punto A
- La presión mínima (Pmin)
- La longitud L del ramal

Las incógnitas son:

- La altura del tanque (Ht)
- La pérdida de carga del ramal (Δh)

Luego para calcular la altura del tanque Ht debo conocer previamente la pérdida de carga unitaria en el ramal, que denominaremos J, que nos permite conocer la pérdida de carga (Δh)

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 96
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Sabemos que:

$$\Delta h = J \cdot L \quad (\text{Ec. XIII.5})$$

También tenemos el caudal que se puede expresar como:

$$Q = V \frac{\pi D^2}{4} \quad (\text{Ec. XIII.6})$$

Utilizaremos una simplificación que consiste en adoptar:

- $D = D_{\min}$
- $V = 0,50 - 0,60 \text{ m/seg.}$

Y aplicando estos datos en la fórmula de Hazen-Williams, me da la pérdida de carga unitaria: Siendo k el coeficiente de rugosidad, que depende del tipo de cañería que utilizemos

$$J = k \frac{\pi Q^{1.85}}{D^{4.87}} \quad (\text{Ec. XIII.7})$$

Para PEAD/PVD $k=150$.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 97
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

XIII.D. Presentación del modelo empleado: WaterCAD

Para llevar a cabo el diseño de la red de distribución, se ha hecho uso de dos softwares llamados AutoCAD y WaterCAD. Ya contando con la traza y habiendo identificado las diferentes uniones entre los tramos que conforman la red, se procedió a utilizar el programa WaterCAD. Este software ha sido utilizado para efectuar el dimensionamiento y verificación de la red a presión.

El software presenta ciertas ventajas en comparación con otros programas que pueden utilizarse para ejecutar las mismas tareas: no presenta demasiada complejidad en su operación, permite exportar e importar archivos de otros programas, entre otras. Mediante la posibilidad de hacer uso de un modelo creado por otra aplicación, se ha importado desde AutoCAD la red de distribución para realizar la simulación de operación hidráulica de la misma, siendo necesario que se representen en ella las tuberías, nodos y reservorios a través de elementos característicos del programa. En cada intersección de los tramos de tubería, se debió colocar un nodo. Para llevar a cabo la simulación, fue necesario que se le asigne a cada uno de ellos una cierta cota de elevación en base a su altura en el terreno, para una mejor representación de la red del loteo en cuestión.

El software WaterCAD opera generando una sucesión de iteraciones que culminan en la determinación del caudal pasante por cada uno de los nodos de la red, a partir del ingreso de dato como el caudal que posibilita que el programa corra y a partir del cual éste comienza a calcular repetidamente la distribución del caudal en la red. Este caudal tentativo, se ha obtenido para cada nodo afectando el caudal hectométrico (caudal de diseño dividido la longitud total de la cañería) por la longitud acumulada del tramo al cual se le suministra agua. Una vez realizado esto, se ha corroborado que el

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 98
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

modelo no presente errores, para luego hacer correr el programa y posteriormente verificar los resultados.

XIII.D.1 Presentación de resultados

Al hacer uso del mencionado software, se ha podido establecer el funcionamiento de la red mediante la determinación de ciertos parámetros, tales como la presión en los nodos, el diámetro de cada tramo de tubería y la velocidad del flujo que circulará por las mismas.

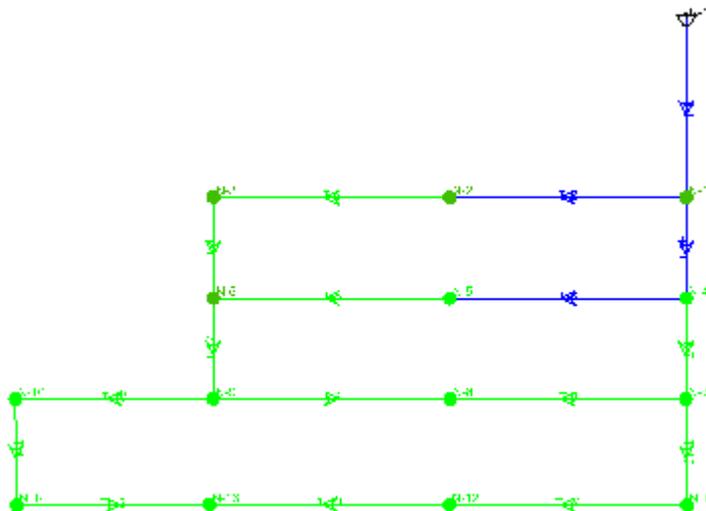
XIII.D.2 Velocidades

Para poder verificar la velocidad, se fueron cambiando los diámetros de los caños; ya que a medida que se disminuyen los diámetros de las cañerías aumentan las velocidades de cada tramo.

En primer lugar y respecto a los diámetros, inicialmente se consideraron iguales a 63 mm para todas las tuberías. Sin embargo, al correr el programa se obtuvieron velocidades mucho menores a las admisibles por la normativa, así que prácticamente todas las tuberías debieron reducir sus diámetros a 50 mm.

Finalmente, los diámetros del sistema se presentan esquemáticamente más abajo, y en el anexo se pueden encontrar los planos correspondientes a la red, con todos sus detalles.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 99
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



	Value <= (mm)	Color
0	50.0	0, 255, 0
1	63.0	0, 0, 255
*		

Figura XIII-3 Diámetros sugeridos.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 100
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

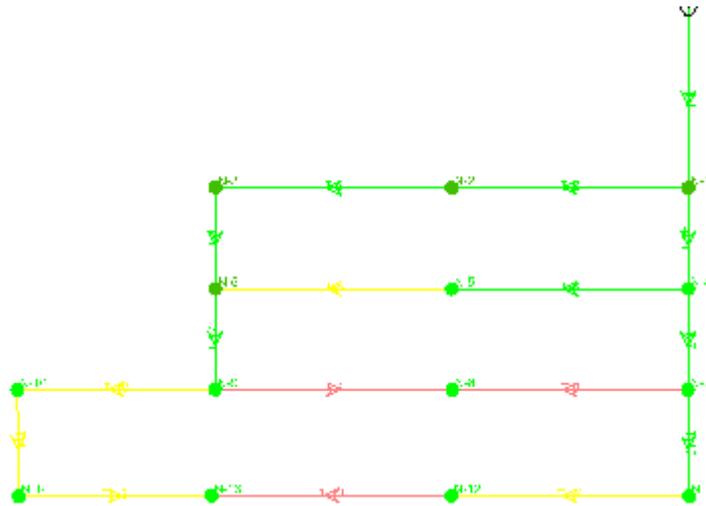
Tabla XIII-5 Tabla detalle de tuberías

Tramo	Longitud (m)	Inicio	Fin	Coef Hazen Williams	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)
T-1	170	R-1	N-1	150	63	1.35
T-2	224	N-1	N-2	150	63	0.4
T-3	224	N-2	N-3	150	50	0.38
T-4	96	N-3	N-6	150	50	0.38
T-5	224	N-6	N-5	150	50	0.21
T-6	224	N-5	N-4	150	63	0.3
T-7	96	N-4	N-7	150	50	0.75
T-8	224	N-7	N-8	150	50	0.19
T-9	224	N-9	N-8	150	50	0.07
T-10	187	N-9	N-10	150	50	0.24
T-11	101	N-10	N-14	150	50	0.24
T-12	187	N-14	N-13	150	50	0.24
T-13	224	N-13	N-12	150	50	0.02
T-14	224	N-12	N-11	150	50	0.29
T-15	101	N-11	N-7	150	50	0.42
T-16	96	N-4	N-1	150	63	0.86
T-17	96	N-6	N-9	150	50	0.58

Como detallamos en la tabla anterior, las velocidades en algunos puntos de la red, son menores que la velocidad mínima dispuesta por la norma, esto se debe a que el agua llega desde dos sentidos opuestos en puntos determinados de la red, como podemos ver en la imagen XI-4 detallada a continuación.

Sin embargo, cuando analicemos las presiones de los nodos, veremos que esto no significará un problema.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 101
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



	Value <= (m/s)	Color
0	0.20	255, 128, ...
1	0.29	255, 255, 0
2	1.35	0, 255, 0
*		

Figura XIII-4 Velocidades

XIII.D.3 Presiones

Para el caso de los nodos es necesario verificar la presión en cada uno de ellos. Esto se debe efectuar a fines de garantizar que el agua logre ascender hasta el tanque de agua de cada una de las viviendas que formen parte del loteo en cuestión, pero a su vez, para comprobar que las presiones no resulten demasiado elevadas en ellas.

Continuando con el uso de la normativa especificada en el ENOHSA, se debió constatar que la presión mínima supere un valor de 10 mH₂O, para que el agua ingrese de manera satisfactoria al tanque de agua de cada vivienda.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 102
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

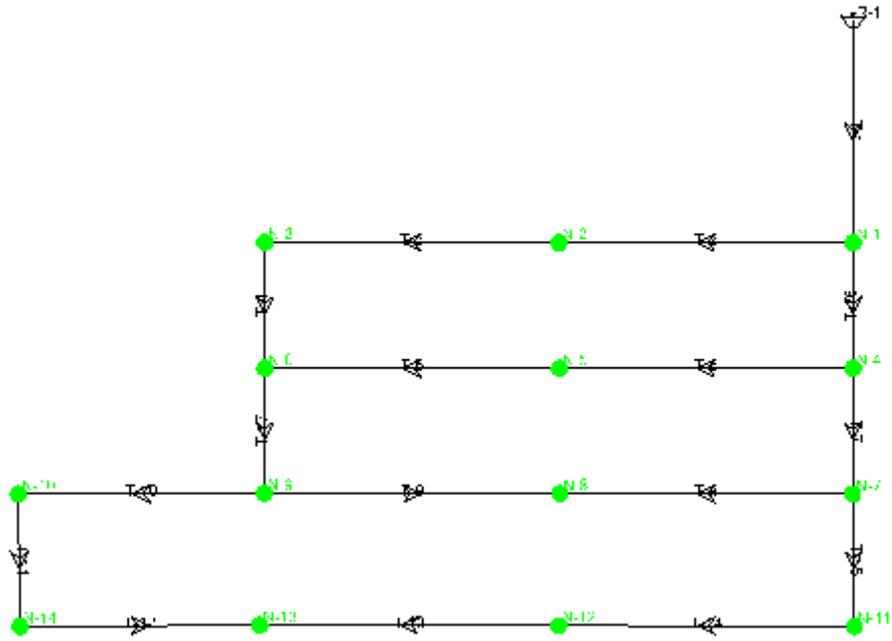
Empleando el mismo método que se utilizó para verificar las velocidades en cada tramo, se les asignaron diversos colores a distintos valores de presiones, facilitando así el reconocimiento de aquellos nodos cuyo funcionamiento es correcto, como así también, en cuáles de ellos se puede tener algún inconveniente.

En la tabla XI-6 se detallan los resultados obtenidos con la simulación.

Tabla XIII-6 Presiones en nodos

NODO	Elevación Terreno (m)	Piezométrica (m)	Altura de presión (m.c.a)
N-1	511.4	530.27	19
N-2	511	529.6	19
N-3	510.3	528.82	18
N-4	511.7	529.12	17
N-5	511.2	528.74	18
N-6	510.2	528.49	18
N-7	512	527.93	16
N-8	511.1	527.71	17
N-9	510.5	527.75	17
N-10	510.4	527.46	17
N-11	512.2	527.49	15
N-12	511	527.03	16
N-13	510.8	527.02	16
N-14	510.3	527.31	17

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 103
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



	Value <= (m H2O)	Color
0	30	0, 255, 0
1	10	255, 0, 0
*		

Figura XIII-5 Presiones mayores a 10 m.c.a y menores a 30 m.c.a

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 104
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

XIII.E. Opciones de materiales para las tuberías

Actualmente tenemos prácticamente dos alternativas de éxito muy claras en los materiales disponibles para emplear en redes de abastecimiento de agua potable, principalmente las tuberías elaboradas de plástico, que puede ser policloruro de vinilo (PVC) o polietileno de alta densidad (PEAD).

A pesar de que el comportamiento del sistema es el mismo independientemente de que material se utilice, cada uno tiene distintas propiedades e influyen de manera particular en la etapa de construcción.

En la selección del material de la tubería intervienen características como: resistencia mecánica, durabilidad, resistencia a la corrosión, capacidad de conducción, economía, facilidad de conexión y reparación, y, especialmente, la conservación de la calidad del agua. Uno de los principales rasgos a tener en cuenta a la hora de seleccionar el material de las tuberías de una red de distribución de agua potable es la resistencia mecánica de la misma para soportar tanto cargas externas e internas (presión hidrostática), como cargas estáticas (relleno de la zanja) y cargas dinámicas (tráfico). Además, hay que tener en cuenta que las tuberías también deben soportar cargas internas con carácter transitorio, como los golpes de ariete, aunque en redes de distribución los mismos son relativamente pequeños. Influye también la resistencia a daños durante su instalación.

En la tabla XI-7 se señalan algunas ventajas y desventajas de los productos anteriormente mencionados:

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 105
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

Tabla XIII-7 Ventajas/Desventajas PEAD-PVC

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
PEAD	RESISTE CORROSION	COSTO ELEVADO
	RESISTENCIA AL IMPACTO	
	FLEXIBLE	
	DURABILIDAD	
	RESISTENCIA QUIMICA	
PVC	LIGERO	DAÑOS DURANTE MANEJO
	RESISTE CORROSION	
	RESISTENCIA QUIMICA	EXPOSICION A LA INTERPERIE REDUCE SU RESISTENCIA
	BAJO COSTO	

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 106
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



Figura XIII-6 Tuberías de PEAD

Como solamente una recomendación técnica, se invitaría a avanzar sobre la opción del PEAD, debido a su excelente desempeño tanto en operación como en la etapa constructiva de la red.

Al evaluar el terreno en las visitas a campo, se pudo visualizar la presencia de material rocoso, el cual, si se utilizaría PVC, podría ser dañado con facilidad ante cualquier movimiento inesperado en su colocación o funcionamiento.

XIII.F. Compuo/Presupuesto estimado

Se realiza un cómputo y presupuesto de la red de agua, este tiene por objetivo establecer el costo aproximado de la obra, determinar los materiales y cantidades necesarias para su ejecución.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 107
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Se tuvieron en cuenta las actividades e ítems más relevantes y las que más incidencia tendrán en el precio final, como ser caños, accesorios más comunes, fusionado y la excavación de la zanja.

Tabla XIII-8 Cómputo/Presupuesto Tentativo

Cómputo/Presupuesto Tentativo					
Nº	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (usd)	Total (usd)
1	Caños				
	63 mm -PEAD- Clase 10	m	714	\$3.75	\$2,677.50
2	Caños				
	50 mm -PEAD- Clase 10	m	2038	\$2.51	\$5,115.38
3	Accesorios				
	T	u	5	\$18.30	\$91.50
	Codos 90	u	4	\$4.25	\$17.00
	Válvula esclusa	u	23	\$125.35	\$2,883.05
4	M.O				
	Excavación de Zanja	m	2752	\$4.00	\$8,152.00
	Colocacion de cañeria				
	Fusionista				
Subtotal				\$18,936.43	
	Fecha 05/04/2020	Tipo de cambio		\$70.00	
		Subtotal ARS\$		\$1,325,550.10	

Queda a cargo del proyectista realizar el computo de acuerdo al proyecto ejecutivo final.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 108
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

XIV. Evaluación impacto ambiental

XIV.A. Introducción. Datos del proyecto

- Tipo de obra: Urbanización de un loteo
- Ubicación: Localidad de Valle Viejo, Catamarca, Argentina.
- Características: Desarrollo de una urbanización, en una superficie de 25 hectáreas. Con el análisis hidrológico, trazado *tentativo* de redes de agua y calles.

XIV.B. Marco de Referencia Legal

XIV.B.1 Nivel Nacional

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento de control ambiental que incorpora tanto la Nación, como provincias en los sistemas federales, en su plexo normativo.

Si bien no hay un término unívoco en la legislación de la República Argentina, ni en el resto de la legislación internacional para denominarla, en todas las definiciones sobre términos como Impacto Ambiental, Evaluación de Impacto Ambiental o Estudio de Impacto Ambiental, el bien tutelado es el ambiente en su concepción más amplia.

La Argentina regula genéricamente la EIA a través de la Ley General del Ambiente N° 25.675.

Constitución Nacional

La Constitución Nacional en su artículo 41 no hace referencia expresa a la Evaluación de Impacto Ambiental, pero consagra el derecho de los habitantes de un ambiente sano, equilibrado y apto para el desarrollo humano y para que las

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 109
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer a las generaciones futuras y establece la obligación de la autoridad de proveer información ambiental.

Para hacer efectivos esos derechos y obligaciones se debe realizar una Evaluación de Impacto Ambiental previa al emprendimiento de cualquier actividad u obra que pueda dañar significativamente el ambiente, ya que el hecho de que se rompa el equilibrio natural, no es suficiente porque cualquier actividad sin necesidad de que sea dañosa lo haría.

Por lo tanto, tendrán que existir impactos negativos que significativamente afecten al ambiente y por lo tanto se deberán eliminar o mitigar en su defecto. También en el mismo artículo establece que “corresponde a la Nación dictar normas que contengan los presupuestos mínimos de protección”, lo cual facultaría al congreso para dictar una ley que establezca cuales son los contenidos mínimos que deberán exigirse en toda la Nación y hasta la fecha solo lo ha hecho a través de la ley N° 25.675.

Leyes de Presupuestos Mínimos

A partir de los lineamientos establecidos en la Constitución Nacional y en los tratados internacionales ratificados sobre la protección del medio ambiente, el Congreso de la Nación ha dictado las siguientes leyes en materia de presupuestos mínimos:

Ley 25.675 denominada “Ley General del Ambiente” que establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. La política ambiental argentina está sujeta al cumplimiento de los siguientes principios: de congruencia, de prevención, precautorio, de equidad

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 110
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

intergeneracional, de progresividad, de responsabilidad, de subsidiariedad, de sustentabilidad, de solidaridad y de cooperación.

El artículo 11 de la norma que establece los Presupuestos Mínimos que deberían ser contemplados en todo el país extiende a toda obra o actividad susceptible de degradar el ambiente, alguno de sus componentes o afectar la calidad de vida de la población en forma significativa la carga de ejecutar una evaluación de impacto ambiental previa.

El proceso se debe iniciar con la presentación de una declaración jurada en la que se manifieste si las obras o actividades proyectadas afectarán el ambiente, sigue con la decisión de la autoridad de si exige o no un estudio de impacto ambiental y concluye con la evaluación de ese impacto y la declaración mediante la cual la autoridad aprueba o no los estudios presentados (Artículos 12 y 13).

Ley 25.688 que establece el “Régimen de Gestión Ambiental de Aguas” consagra los presupuestos mínimos ambientales para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional. Para las cuencas interjurisdiccionales se crean los comités de cuencas hídricas.

Ley 25.916 que regula la gestión de residuos domiciliarios.

Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos.

Otras leyes de Protección del Ambiente

Ley N° 20.284. Preservación del Recurso Aire

Ley N° 21.386. Aéreas Naturales Protegidas

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 111
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

Ley N° 22.421, Decreto Reglamentario 666/97. Protección y Conservación de la Fauna Silvestre.

Ley N° 22.428, Decreto Reglamentario 681/81. Preservación del Recurso Suelo.

Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos.

XIV.B.2 Nivel provincial

Constitución Provincial de Catamarca

ARTICULO 1.- “El Pueblo de la Provincia tiene asegurado, bajo esta Constitución, el ejercicio de sus derechos individuales y sociales, la protección de su identidad cultural, la integración protagónica a la región y a la Nación y el poder decisorio pleno sobre el aprovechamiento de sus recursos y riquezas naturales”

ARTICULO 110.- Corresponde al Poder Legislativo:

9º.- Dictar leyes sobre obras públicas necesarias para el desarrollo integral y armónico de la Provincia, debiendo prever su financiamiento.

22º.- Elaborar normas protectoras del medio ambiente, sistema ecológico y patrimonio natural, asegurando la preservación del medio, manteniendo la interrelación de sus componentes naturales y regulando las acciones que promuevan la recuperación, conservación y creación de sus fuentes generadoras.

ARTICULO 252.- - Son atribuciones y deberes del Gobierno Municipal, sin perjuicio de lo que establezcan las cartas orgánicas y la Ley Orgánica de Municipalidades y Comunas:

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 112
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

9º.- Preservar el sistema ecológico, los recursos naturales y el medio ambiente, a fin de garantizar las condiciones de vida de los habitantes.

Leyes provinciales Catamarca

Ley 5.311 Ordenamiento ambiental y territorial del bosque nativo

Ley 2577/73. Ley de Aguas de la provincia de Catamarca

Ley 2480/72. Conservación de suelo

Ley 5002/00. Régimen de desechos y residuos sólidos en el ámbito provincial.

XIV.C. Evaluación de impacto ambiental

Una vez tomada la decisión de realizar la EIA de un proyecto y luego de comprobada su pertinencia con el marco legal-administrativo, se procede a su elaboración y desarrollo.

Sobre la base de la caracterización de los medios físicos y socio-económico, los antecedentes existentes y los distintos ítems que integran el Proyecto, para la valoración cualitativa de los impactos se aplicaron matrices de tipo Leopold (1971) y Conesa-Vitora (1997) modificadas. Con estas matrices se identificaron los factores y subfactores de los medios susceptibles de ser impactados por las acciones de la obra. Además, se realizaron estudios y modelaciones particulares para evaluar el impacto potencial del proyecto bajo estudio.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 113
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Cabe destacar que una matriz de impacto ambiental tiene una doble función: por un lado, facilita el análisis de los impactos generados por el proyecto simplificando una realidad compleja; por otro lado, permite que ajenos al estudio tengan un rápido resumen de los impactos que produce cada una de las acciones sobre cada uno de los componentes ambientales.

En base a esto, *es necesario remarcar que bajo ningún punto de vista los valores proporcionados en las matrices son precisos, sino que responden a un juicio subjetivo del análisis objetivo del impacto ambiental del proyecto*, para la valoración cualitativa de los impactos se aplicaron matrices de tipo Leopold (1971) y Conesa-Vitora (1997) modificadas. Con estas matrices se identificaron los factores y subfactores de los medios susceptibles de ser impactados por las acciones de la obra. Además, se realizaron estudios y modelaciones particulares para evaluar el impacto potencial del proyecto bajo estudio.

Identificación de impactos

El primer paso en la valoración de impactos es la identificación de los mismos. Para ello es necesario identificar las acciones implicadas y los medios afectados.

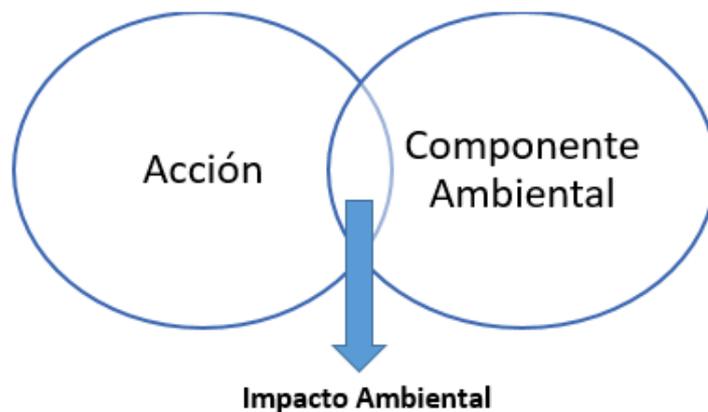


Figura XIV-1 Impacto Ambiental

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 114
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

A modo ilustrativo, la intersección del diagrama de Venn se define como “Impacto ambiental”.

Acciones implicadas en el Proyecto

El proyecto en análisis implica una serie de tareas que se vinculan con una determinada cantidad de equipamiento a utilizar para la ejecución de las mismas.

En la siguiente tabla se detallan las distintas tareas (acciones). Se incorporan además las actividades durante la etapa de operación que este proyecto genera de manera directa. La primera gran clasificación de las acciones es por la fase en la que se desarrollan las acciones. En este sentido se destacan dos fases (o etapas) principales: Construcción y Operación.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 115
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

Tabla XIV-1 Acciones Fase Construcción

Acciones			
Globalidad		Cambio de uso del suelo	
Fase Construcción	Preparación del terreno y zona de obra	Ejecución y funcionamiento del obrador	
		Provisión de materiales de construcción	
		Desbroce y desmalezado	
		Movimientos de suelos	
	Obras de Infraestructura	Viales	Acceso
			Calles internas
		Provisión de Agua	Red de distribución
		Electricidad	Red de distribución eléctrica
		Hidráulicas	Obras hidráulicas
		Ambiente	Parquización y arbolado urbano
	Mantenimiento de obra y limpieza		Riego de obra
		Abandono y limpieza de obra	

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 116
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Tabla XIV-2 Acciones Fase Operación

Fase Operación	Actividades humanas	Construcción de viviendas y comercios
		Uso de zona comercial
		Uso de espacios verdes y espacios comunitarios
		Actividades humanas cotidianas
		Tránsito vehicular
		Construcción del sistema de tratamiento por pozo absorbente y descarga a subsuelo
	Funcionamiento de obras de infraestructura	Funcionamiento de calles internas
		Funcionamiento del sistema de tratamiento de efluentes cloacales (CS)
		Descarga de efluentes cloacales tratados (Pozo absorbente)
		Funcionamiento de obras hidráulicas
		Funcionamiento de la red de provisión de agua
		Funcionamiento de la red de distribución de energía eléctrica
		Alumbrado público
		Crecimiento de vegetación en Esp. Verdes y arbolado público
	Servicios municipales básicos	Mantenimiento de Espacios Verdes
		Mantenimiento de calles, y redes de electricidad, agua, gas y comunicaciones.
		Barrido de cordón cuneta
		Recolección de RSU interna

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 117
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Cabe mencionar que en la etapa de operación se contempla la construcción de obras de viviendas y otras obras de índole privado por terceros ajenos al proyecto. No son acciones que se realizarán en este proyecto, pero si están relacionadas directamente al mismo.

La acción Cambio de Uso de Suelo, se incluye a los fines de poder valorar de manera global el impacto del cambio de uso de suelo sin entrar en particularidades. Debido a que no integra de por sí una acción en alguna fase del proyecto, esta se valora de modo independiente.

Medios afectados

El medio afectado es lo que potencialmente recibirá los impactos de las acciones del proyecto. Se lo puede dividir en diferentes componentes ambientales para que la evaluación de los impactos se simplifique.

El modo de clasificar los componentes ambientales difiere según el proyecto evaluado. En este caso se dividió al ambiente en dos grandes grupos: el medio físico y el medio socioeconómico.

A su vez se dividen en subgrupos que permiten una evaluación más detallada y estricta, y finalmente en componentes particulares.

Como puede observarse, para cada componente se realiza una breve descripción de los aspectos evaluados y de los indicadores que se asumen como característicos del componente bajo análisis.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 118
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

Tabla XIV-3 Indicadores Medio Físico

Componentes Ambientales		Variables / Indicadores	
Medio Físico	Hidrología Superficial	Cantidad superficial	Modificación de caudales naturales ante tormentas de diseño.
		Calidad Superficial	Concentración de metales, Nutrientes (P y N), O2 disuelto, sólidos (totales, disueltos y en suspensión). Materia orgánica. Valor de pH.
	Hidrología Subterránea	Calidad	Concentración de contaminantes cloacales y otros contaminantes.
		Cantidad	Variación de la profundidad de acuífero freático, uso de napas para extracción de agua o recarga de acuífero que afecten a las variaciones en la cantidad del recurso.
		Infiltración y recarga de acuífero	Capacidad de infiltración del suelo y su consecuente capacidad de recarga de acuífero, fundamentalmente el freático. Grado y porcentaje de impermeabilización de la superficie.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 119
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 120
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

Tabla XIV-4 Indicadores Medio Físico

Componentes Ambientales		Variables / Indicadores	
Medio Físico	Aire	Calidad del aire	Concentración de CO, CO2, NOx, SOx, metales, MP, COVs y radiaciones (ionizantes y no ionizantes).
		Confort sonoro	Nivel de molestia de ruido. Como indicador genérico vale usar el nivel de presión sonora equivalente en 15 minutos (Leq).
	Geomorfología y Suelo	Relieve y carácter topográfico	Grado de armonización con la topografía preexistente.
		Compactación	Grado de compactación del suelo respecto a la situación natural preexistente.
		Calidad de suelo (contaminación)	Concentración de metales, Nutrientes (P, N y K). Valor de pH, concentración de materia orgánica. Pesticidas.
	Procesos	Erosión	Evidencia de erosión laminar, en cárcava o eólica.
		Drenaje superficial	Modificación de las zonas de escurrimiento natural o preexistente.
	Recursos	Gas y petróleo	Consumo de combustibles fósiles.
		Agua	Consumo de agua.
		M ineros	Consumo de recursos mineros.
		Suelo (disponibilidad)	Disponibilidad de suelo como sistema para el asentamiento de actividades humanas o servicios ambientales.
		Alimentos	Capacidad de producir alimentos. Necesidad de generación de alimentos.
		Energía eléctrica	Consumo de energía eléctrica.
	Ecosistema	Unidades de vegetación	Número y diversidad de individuos vegetales en relación a la situación previa. Y capacidad potencial para soportar vegetación futura.
		Fauna	Número y diversidad de individuos animales en relación a la situación previa. Y capacidad potencial de ser nicho de fauna futura.
Calidad General Ecosistémica		Nivel de prestación de servicios ambientales y ecosistémicos en relación con la situación previa y su capacidad real.	

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 121
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Tabla XIV-5 Indicadores Medio Socio Económico

Componentes Ambientales		Variables / Indicadores	
Medio Socio Económico	Infraestructura y Servicios	Vial	Afectación a la infraestructura vial existente.
		Hidráulicas	Afectación a la infraestructura hidráulica existente.
		Saneamiento	Afectación a la infraestructura de saneamiento existente.
		Agua potable	Afectación a la infraestructura de agua potable existente.
		Comunicaciones	Afectación a la infraestructura de comunicaciones existente.
		Electricidad y gas	Afectación a la infraestructura eléctrica existente.
		Comercios	Afectación a comercios. Nivel de complejización de la trama urbana.
		Gestión de residuos	Generación de residuos. Capacidad de gestión (recolección y manejo).

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 122
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Tabla XIV-6 Indicadores Medio Socio Económico

Componentes Ambientales		Variables / Indicadores	
Medio Socio Económico	Cultura	Cohesión social	Factores que propician, perjudican o limitan la cohesión social, la seguridad y el intercambio vecinal.
		Patrimonio Cultural y Arqueológico	Afectaciones potenciales o reales al patrimonio arqueológico.
	Población	Viviendas	Generación de nuevas viviendas. Afectación viviendas en las Áreas de Influencia.
		Generación de empleo	Generación o pérdida de puestos de trabajo directos e indirectos.
		Actividades económicas inducidas	Generación o pérdida de actividades económicas inducidas; mediante comercio, actividad primaria, industrias y/o empleo.
		Recreativas y deportivas	Factores que propician y afectan las actividades recreativas y deportivas. Ganancia o pérdida de sitios propicios, ganancia o pérdida de mobiliario urbano.
	Perceptual	Calidad de vida y aceptación social	Factores que afecten potencialmente la calidad de vida real y/o percibida. Analizado por el acceso al espacio público y a servicios. Seguridad real y percibida. Calidad ambiental. Distancia a zonas urbanas de interés (trabajo, salud, educación, ocio, etc.). Habitabilidad, complejidad y compacidad urbana. Grado potencial de aceptación social. Necesidades que genera y que satisface.
		Incidencia visual	Modificación de paisaje visual. Eliminación de elementos, generación de nuevos paisajes. Cambios en el acceso a visuales de interés

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 123
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Matrices

Sobre la base de la caracterización de los medios físicos y socio–económico, los antecedentes existentes y los distintos ítems que integran el Proyecto, para la valoración cualitativa de los impactos se aplicaron matrices de tipo Leopold modificadas (Leopold, Clarke, Hanshaw, & Balsley, 1971).

Este método propone en primer lugar, la construcción de una *Matriz de Identificación (MI)* donde se colocan las acciones impactantes en las columnas y los componentes ambientales en las filas. Luego se construyen las *matrices de valoración: Matriz de Valoración Absoluta (MVA) y Matriz de Valoración Relativa (MVR)*, donde se busca cuantificar los impactos ambientales.

Las matrices de evaluación se adjuntan en Anexo.

Matriz de identificación

La matriz de identificación permite dar un primer vistazo sobre los efectos positivos y negativos del proyecto. Da una primera idea cualitativa de donde pueden encontrarse problemas y donde se dan los principales impactos positivos.

Esta se confeccionó a partir del análisis de las acciones del proyecto y los componentes ambientales afectados.

En este primer análisis se evaluaron 1.147 posibles entrecruzamientos (potenciales impactos), detectando un total de 433 impactos: 200 impactos positivos y 233 impactos negativos.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 124
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

Matriz de Valoración absoluta

Sobre la base de la matriz de identificación se construyó la matriz de valoración absoluta, en la cual para cada impacto sobre los factores del medio receptor se consideraron en forma cualitativa los siguientes atributos: Signo (\pm), Intensidad (I), Extensión (EX), Momento (Mo), Persistencia (PE), Reversibilidad (RV), Recuperabilidad (MC), Sinergia (SI), Acumulación (AC), Efecto (EF) y Continuidad (CO). Cada entrecruzamiento positivo o negativo de la matriz de identificación supone su posterior análisis y evaluación en cada sub-atributo. La finalidad de desmenuzar un impacto en atributos, es el de reducir la subjetividad inherente a la metodología de valoración a través de matrices.

A continuación, se describen cada uno de ellos en forma breve y se detalla el rango de valores que pueden asumir cada uno de estos atributos:

- Signo (\pm): Se refiere al sentido del impacto, es decir positivo (+) cuando mejora la calidad ambiental o negativo (-) cuando aporta para su disminución.
- Intensidad (IN): Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico que actúa.
- Extensión (EX): Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.
- Efecto (EF): Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.
- Acumulación (AC): Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.
- Sinergia (SI): Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. El ámbito de más simple visualización es en los contaminantes químicos.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 125
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

- **Momento (MO):** Se refiere al tiempo de manifestación del impacto que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.
- **Persistencia (PE):** Se refiere al tiempo que, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción, ya sea por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.
- **Reversibilidad (RV):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.
- **Recuperabilidad (MC):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).
- **Continuidad (CO):** Este atributo se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.

La ecuación con que se relacionan los atributos para valorar la importancia del impacto es la siguiente:

$$I = \pm (3IN + 2EX + EF + AC + SI + MO + PE + RV + MC + CO) \quad (\text{Ec. XIV.1})$$

En la ecuación de combinación de atributos se introduce el primer factor de peso a los atributos de mayor importancia como la Intensidad y la Extensión.

Además, la escala de valoración de cada atributo responde a un segundo factor de peso, donde, dependiendo del atributo son los valores posibles a asignar. Como se observa en la siguiente tabla, nuevamente la Intensidad y la Extensión son los atributos de mayor incidencia.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página: 126
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Esto permite valorar cuantitativamente atributos cualitativos. De esta forma se reduce considerablemente la subjetividad de la valoración de impactos, permitiendo justificar cada uno de los valores.

Con ello se busca formar una coherencia en el proceso de valoración, buscando encontrar los valores que mejor representen el impacto ambiental ocasionado, dando como resultado un orden de magnitud de cada impacto individual.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 127
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

Tabla XIV-7 Valores que pueden tomar cada atributo

INTENSIDAD	BAJA	1
	MEDIA	2
	ALTA	4
	MUY ALTA	8
	TOTAL	12
EXTENSION	PUNTUAL	1
	PARCIAL	2
	EXTENSO	4
	TOTAL	8
	CRITICO	12
EFECTO	DIRECTO	4
	INDIRECTO	1
ACUMULACION	SIMPLE	1
	ACUMULATIVO	4
SINERGIA	SIN SINERGIA	1
	SINERGICO	2
	MUY SINERGICO	4
MOMENTO	CRITICO	8
	INMEDIATO	4
	MEDIO	2
	LARGO PLAZO	1
PERSISTENCIA	PERMANENTE	4
	TEMPORAL	2
	FUGAZ	1
REVERSIBILIDAD	CORTO	1
	MEDIANO	2
	IRREVERSIBLE	4
RECUPERABILIDAD	REC.INMEDIAT	1
	REC.MEDIO PLAZO	2
	MITIGABLE	4
	IRRECUPERABLE	8
CONTINUIDAD	IRREGULAR Y DISCONTINUO	1
	PERIODICO	2
	CONTINUO	4

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 128
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

La importancia del impacto negativo toma valores totales entre -13 y -100. Cuando los valores de impacto tomados individualmente son superiores a -25 se los considera irrelevantes, entre 25 y 50 moderados, entre 50 y 75 severos, y menos de 75 críticos.

Para el caso de los impactos positivos se toman valores que van de 11 a 88. Esto sucede ya que el atributo Reversibilidad y Recuperabilidad solo son utilizados para los impactos Negativos, ya que por su naturaleza no aplican a los positivos. Este hecho hace que siempre se tomen valores más conservadores, siendo que la escala se mantiene de igual manera que para los impactos negativos: inferiores a 25 se los considera irrelevantes, entre 25 y 50 bajos, entre 50 y 75 altos, y más de 75 muy altos.

Esta escala es válida para cada celda individual en la matriz de valoración absoluta, y no en la suma de impactos.

A los efectos de un primer análisis se realizó para cada columna (componentes ambientales) la suma de los valores y fue extraído el valor máximo y el mínimo. Igual procedimiento se siguió en el caso de las filas (acciones). Utilizando este primer análisis, se pudo llegar a la Matriz de Valoración Absoluta (MVA).

Matriz de Valoración Relativa

Con los resultados de la matriz de valoración absoluta se construyó la Matriz de Valoración Relativa, para lo cual se asignó a cada factor de corrección una Unidad de Importancia Ponderadora (UIP), otorgándole de este modo un peso relativo, tomando como base la propuesta de Conesa Fernández Vitora (1997). Por ejemplo, no es lo mismo el nivel de confort sonoro en un campo de producción agropecuaria, que el mismo nivel de confort al lado de una zona hospitalaria o educativa.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 129
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Tabla XIV-8 Valores UIP

Valoración	
2	Critico
1,75	Alto
1,5	Moderado
1,25	Bajo
1	Insignificante

Para el “Cambio de Uso de Suelo”, por la imposibilidad de incorporarlo a alguna fase del proyecto, se utilizó un promedio entre el valor de UIP de ambas fases.

Los valores UIP se asignaron de manera tal de representar la sensibilidad/importancia de cada componente.

La Matriz de Valoración Relativa se aprecia en el Anexo.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 130
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

Análisis de resultados de las matrices

Del análisis de los resultados, surge que las acciones más impactantes son:

- **Construcción de viviendas y comercios:** los impactos por esta actividad están muy vinculados a la ocupación de suelo, a la impermeabilización de suelo y al consumo de recursos. Los efectos de impermeabilización son debidamente mitigados mediante las obras de drenaje y escurrimientos.
- **Acceso:** La materialización de los accesos del barrio implica la afectación de vías existentes, en este caso la afectación más directa es sobre la ruta 33, o si se quiere realizar un ingreso sobre la Av. Circunvalación, esta también se vería afectada.
- **Movimiento de Suelo:** El movimiento de suelo genera un importante impacto sobre diversos factores, su magnitud depende de la intensidad de la acción, en este caso es relativamente bajo, solo para remover capa vegetal en la traza de calles.
- **Cambio de Uso de Suelo:** Por su característica no es una acción propiamente dicha, sino el resultado global del proyecto.

Por su parte las acciones positivas más importantes destacan

- **Crecimiento de Vegetación en Esp. Verdes y Arbolado Público:** Debido a que la situación preexistente es pobre, esta acción será muy positiva.
- **Funcionamiento de Redes:** Se incluye en este ítem el funcionamiento de las redes de agua potable, energía eléctrica y alumbrado público. Todas con impactos positivos para brindar calidad de vida a los futuros habitantes.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 131
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

XIV.D. Medidas de mitigación

En este apartado se indican las recomendaciones generales para minimizar impactos no deseados y otras medidas que contribuyen a la protección del ambiente y de las personas. Las medidas resultan aplicables en las etapas de construcción y de operación del Proyecto.

Medidas en la ejecución del movimiento de suelos

En la ejecución de los movimientos de suelos es necesario efectuar un control permanente de las actividades que realizan los equipos mecánicos para que, frente a operaciones que no respondan a las condiciones de proyecto, o dadas las particularidades del lugar, no se produzcan acciones o movimientos donde no debían ser realizados, ni generen daños que, para subsanarlos, requerirán de obras adicionales.

En terrenos planos sujetos al estancamiento del agua de escurrimiento o con drenaje muy lento se evitará cavar zanjas o fosas para sacar materiales, ni tampoco en sitios próximos a asentamientos habitacionales.

Se deberán tomar los recaudos pertinentes para evitar la formación de guadales y el levantamiento de polvo, previéndose las tareas de riego con la frecuencia necesaria.

Las cunetas, desagües y demás trabajos de drenaje, se ejecutarán con anterioridad a los trabajos de movimiento de suelos o simultáneamente con éstos, de manera de lograr que la ejecución de excavaciones, la formación de terraplenes y la construcción de las capas estructurales de las obras viales, tengan asegurado un desagüe correcto en todo tiempo, a fin de protegerlos de la erosión.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 132
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

Medidas para el transporte de materiales

Se deberá controlar el estado mecánico y de funcionamiento de los motores y partes móviles de los camiones y maquinarias asignadas al transporte y provisión de materiales a los distintos tipos de obras, para de este modo disminuir la emisión de ruidos y de sustancias contaminantes a la atmósfera.

Mantenimiento del sistema de drenaje

Esta tarea implica la conservación de la sección de paso original y la capacidad de drenaje de las líneas de escurrimiento que no estén involucradas en el Proyecto Ejecutivo de la obra. No se deberá alterar su cauce natural, tanto en el Proyecto definitivo (diseño hidráulico), como en la etapa de obra durante la construcción de las obras hidráulicas y complementarias, más allá de lo estrictamente necesario para posibilitar la construcción de las obras.

No se depositará material excedente de las excavaciones en los sectores bajos por donde normalmente circula agua.

El suelo vegetal que sea removido para la ejecución de la vialidad interna deberá acopiarse para su posterior uso en la parquización del predio.

Mitigación de accidentes en obra

Se deberán poner en práctica todas las medidas establecidas en las normas de higiene y seguridad, tanto en lo referente a los operarios implicados como para el público en general. Se deberá extremar el control de acceso a las áreas de obra y se deberá disponer de una adecuada señalización de todos los sectores (zanjas, conductos, etc.).

La obra deberá adecuarse a la legislación de Higiene y Seguridad laboral.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 133
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

XV. Cronograma de obras tentativo

A continuación, se presenta un diagrama tentativo para la ejecución de tareas.

Proyecto "Luisina"																			
Cronograma de obras tentativo																			
Concepto	Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Obrador		■																	
Construcción de ingreso																		■	■
Replanteo y Amojonamiento		■	■	■	■														
Movimiento de suelos				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
Preparación de base y subbase						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Carpeta Asfáltica										■	■	■	■	■	■				
Ejecución de cordones											■	■	■	■					
Ejecución de badenes												■	■	■					
Línea Aérea de MT										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Red de distribución secundaria en BT										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Red de Alumbrado publico												■	■	■	■				
Red de Agua Potable										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Forestación																		■	■

Figura XV-1 Cronograma de tareas (tentativo)

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01
Página 134	
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

XVI. Red eléctrica y Alumbrado Público

También se realizará la red de alumbrado público dentro del loteo. Para la iluminación vial y del espacio verde reservado, se recomienda el uso de luminarias tipo LED 150w, 18.000 lm.

Estos tendidos se realizarán todos de acuerdo a proyecto aprobados por las reparticiones pertinentes, EC SAPEM, Municipalidad de Valle Viejo y Gobierno de la Provincia de Catamarca.

Cantidad de Lotes estimado	111	unidades
Potencia Verano Estimada	5.5	kW
Potencia subtotal residencial	610.5	kW
Sala de maquinas estimada	15	kW
Alumbrado público estimado	42	kW
Total estimado	667.5	kW

Figura XVI-1 Potencia necesaria estimada

Aclaración: El cálculo de la potencia estimada de electricidad no es válido para un proyecto ejecutivo o final, solo es a modo efímero al cómputo para estimar una demanda de potencia eléctrica en el presente trabajo. Para el proyecto ejecutivo se deberá recalcular sobre la cantidad de viviendas, locales y calles definidas.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 135
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

XVII. Sistema de tratamiento de efluentes cloacales individuales

Como posibilidad de obtener una alternativa sencilla y económica para el tratamiento de las aguas residuales de origen doméstico, se utilizará el sistema compuesto por cámara séptica y tratamiento complementario del efluente, mediante la utilización de pozos absorbentes. Este sistema aporta una solución provisional a la falta de un sistema de redes colectoras cloacales y planta de tratamiento de líquidos residuales.

Como cámara séptica se entiende una cámara construida con mampostería de ladrillos comunes, destinada a retener las aguas de desecho por un determinado período en el cual los sólidos se sedimentan en el fondo de la cámara, en donde tiene lugar una digestión anaeróbica ayudada por una capa de espuma que se forma en la superficie del líquido.

Considerando que el efluente de la cámara séptica no posee las calidades físico — químicas, bacteriológicas u organolépticas adecuadas para ser descargados a una corriente superficial, el sistema se complementa con un vertido a subsuelo.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 136
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

XVIII. CONCLUSIONES

Como conclusión, podemos decir que se han cumplido con los objetivos planteados al comienzo. Consiguiendo desarrollar el anteproyecto de una urbanización; brindando los servicios básicos y evitando problemas de inundaciones para un desarrollo pleno de los usuarios.

En lo que respecta a la red de agua potable y el análisis hidrológico, se pudieron concretar las modelaciones pertinentes a cada una de las futuras demandas y tenga un funcionamiento eficiente. Dado que este trabajo trajo aparejado un alto nivel de complejidad por el gran número de variables que entraron en juego, el software WaterCAD fue esencial para comprender y optimizar el funcionamiento hidráulico de la red.

En lo que respecta al impacto ambiental, no existen mayores problemas ambientales a la hora de pensar a una futura urbanización en el sitio propuesto, donde como acciones positivas se destacan futuros espacios verdes y obras de infraestructura nuevas, y como acciones negativas se destacan el cambio de uso de suelo y el movimiento de tierras.

Al mismo tiempo, se tomó el Trabajo Final como un desafío, ya que nunca nos habíamos encontrado con la posibilidad de desarrollar de un proyecto de esta magnitud. En simultáneo, se tomó conciencia de nuestro accionar como futuros profesionales.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 137
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

XIX. Bibliografía

Normas ENOHSA (Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento) – fundamentaciones de los criterios.

TUCCI, C E M. 1993. Hidrología Ciencia y Aplicación. Federal Do Rio Grande do Sul: Editora da Universidade

CHOW V. T. 1994. Hidrología aplicada. Santa Fe de Bogotá: McGRAWHILL INTERAMERICANA S.A.

GANANCIAS, FACUNDO. - Cátedra Hidráulica II - Universidad Católica de Córdoba. Córdoba, Argentina

MARTIN SCHMADKE, ÍTALO. 2018. - Cátedra Planeamiento y Urbanismo - Universidad Católica de Córdoba. Córdoba, Argentina

UEMA, ARIEL 2019. - Cátedra Gestión Ambiental - Universidad Católica de Córdoba. Córdoba, Argentina

VANOLI GUSTAVO 2016, Impacto ambiental: loteo en la provincia de Córdoba, Argentina.

ENGINEERS, US ARMY CORPS OF. 2013. Hydrologic Modeling System HEC-HMS.

GUERRERO, CAROLINA. 2011. Guía Metodológica para la elaboración de estudios de factibilidad en obras civiles.

DIEGO SEBASTIÁN FERNÁNDEZ/MARÍA ANA LUTZ 2014. SEGEMAR. Carta de Peligrosidad Geológica 2966-II San Fernando del Valle de Catamarca.

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 138
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

VIGO, MARTA SUSANA. 2009. Propuestas para el diseño urbano Bioambiental en zonas cálidas semiáridas. Caso Área del Gran Catamarca

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 139
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

ANEXO

Elaboró: Ruiz Mogetta, Bautista	Código: TFRM-2020	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 09 de Marzo de 2020	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 140
DOCUMENTO CONTROLADO		
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		