

# PROYECTO FINAL INGENIERÍA CIVIL



## “Desarrollo de infraestructura en pos del progreso de Pueblo General Belgrano”



### PROFESORES:

- Ing. Pairone, Juan Ramón.
- Arq. Mardon, Arturo.

### ALUMNOS:

- Cergneux, Emmanuel Facundo.
- Fellay, Andrea Soledad.
- Ipperi, Enzo Paolo.

## Prólogo

*“El crecimiento es un proceso de prueba y error: es una experimentación. Los experimentos fallidos forman parte del proceso en igual medida que el experimento que funciona bien.” Benjamín Franklin.*

Los integrantes de este grupo queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que de una u otra manera hicieron posible la realización del presente trabajo. El mismo está dedicado a todos ellos.

❖ A nuestras familias y amigos que nos brindaron su apoyo emocional de manera incondicional a lo largo de todo estos años de carrera.

❖ A nuestra valiosa Facultad Regional Concepción del Uruguay, a la cual adoptamos como nuestra segunda casa, cobijándonos, formándonos como personas y permitiéndonos forjar nuevas amistades que exceden lo académico, sin olvidar a cada uno de los docentes que nos acompañaron y enseñaron, junto al personal de biblioteca, laboratorio y fotocopiadora.

❖ A los tutores de la cátedra Proyecto Final: Ing. Juan Ramón Pairone y Arq. Arturo Mardon.

❖ A todos aquellos profesores que nos brindaron su tiempo, su posibilidad de consulta, sus conocimientos: Dr. Ing. Juan Carlos Piter, Arq. Mariana Marcó, Arq. Verónica Sersewitz, Arq. Raúl Acuña, Ing. Alejandro Zabalet, Ing. Diego Santiago Belvisi, Ing. Fernando Lescano, Lic. Hugo Rubén Pérez,

❖ A las siguientes entidades y organismos por proporcionarnos información vital para la realización del proyecto:

- Departamento de Ingeniería Civil FRCU
- Municipalidad de Pueblo Belgrano.
- Cooperativa de agua.
- Secretaria de turismo de Pueblo Belgrano.

## Índice General

### Capítulo I

|                       |   |
|-----------------------|---|
| I. Introducción ..... | 1 |
|-----------------------|---|

### Capítulo II

|   |    |
|---|----|
| II. Relevamiento General .....          | 4  |
| II.1. Argentina.....                    | 4  |
| II.2. Entre Ríos .....                  | 5  |
| II.2.1. Geografía.....                  | 5  |
| II.2.2. Clima.....                      | 8  |
| II.2.3. Biología.....                   | 9  |
| II.2.4. Demografía.....                 | 11 |
| II.2.5. Educación .....                 | 12 |
| II.2.6. Salud .....                     | 13 |
| II.2.7. Economía.....                   | 14 |
| II.2.8. Infraestructura.....            | 20 |
| II.3. Gualeguaychú .....                | 28 |
| II.3.1. Historia .....                  | 30 |
| II.3.1.1. Antecedente y Fundación ..... | 30 |
| II.3.1.2. Crecimiento de la ciudad..... | 31 |
| II.3.1.3. Siglo XX .....                | 31 |
| II.3.1.4. Actualidad .....              | 32 |
| II.3.2. Datos Demográficos .....        | 32 |
| II.3.3. Turismo.....                    | 34 |
| II.3.3.1. Carnaval .....                | 34 |
| II.3.3.2. Playas .....                  | 34 |
| II.3.3.3. Termas.....                   | 34 |
| II.3.4. Datos Climáticos .....          | 34 |
| II.3.5. Transporte .....                | 36 |
| II.3.6. Educación .....                 | 36 |

|  |    |
|--|----|
| II.3.7. Salud.....   | 37 |
| II.3.8. Viviendas .....                                    | 37 |
| II.3.9. Servicios Sanitarios .....                         | 37 |
| II.3.10. Agua Potable.....                                 | 38 |
| II.3.10.1. Red Cloacal .....                               | 38 |
| II.3.10.2. Red de desagües pluviales.....                  | 38 |
| II.3.11. Empleo.....                                       | 39 |
| II.3.12. Economía .....                                    | 39 |
| II.3.12.1. Parque industrial .....                         | 40 |
| II.3.12.2. Corporación del Desarrollo de Gualeguaychú..... | 40 |
| II.3.12.3. Plan Estratégico de Gualeguaychú .....          | 41 |
| II.4. Pueblo Belgrano .....                                | 41 |
| II.4.1. Descripción general .....                          | 41 |
| II.4.1.1. Reseña Histórica .....                           | 42 |
| II.4.1.1.1. Toponimia .....                                | 42 |
| II.4.1.1.2. Antecedentes y fundación .....                 | 42 |
| II.4.2. Crecimiento de la localidad .....                  | 43 |
| II.4.3. Marco Geográfico .....                             | 43 |
| II.4.4. Densidad Poblacional .....                         | 44 |
| II.4.4.1. Proyección poblacional .....                     | 46 |
| II.4.5. Instituciones públicas y privadas.....             | 47 |
| II.4.5.1. Educación.....                                   | 47 |
| II.4.5.2. Biblioteca .....                                 | 48 |
| II.4.5.3. Iglesia.....                                     | 48 |
| II.4.5.4. Centro de jubilados .....                        | 48 |
| II.4.5.5. Comisaría 5 <sup>ta</sup> .....                  | 49 |
| II.4.5.6. Municipio .....                                  | 49 |
| II.4.5.7. Club Atlético Cerro Porteño.....                 | 50 |
| II.4.6. Turismo.....                                       | 50 |
| II.4.6.1. Termas del Gualeguaychú.....                     | 50 |

|           |                              |    |
|-----------|------------------------------|----|
| II.4.6.2. | Balneario Ñandubaysal .....  | 51 |
| II.4.6.3. | Parque Unzué .....           | 51 |
| II.4.6.4. | Plaza Belgrano.....          | 52 |
| II.4.7.   | Servicios .....              | 52 |
| II.4.7.1. | Efluentes cloacales.....     | 52 |
| II.4.7.2. | Red eléctrica .....          | 53 |
| II.4.7.3. | Alumbrado Público .....      | 53 |
| II.4.7.4. | Agua potable .....           | 55 |
| II.4.7.5. | Red de gas .....             | 57 |
| II.4.7.6. | Infraestructura vial.....    | 57 |
| II.4.7.7. | Desagües Pluviales .....     | 57 |
| II.4.7.8. | Recolección de Residuos..... | 57 |

### **Capítulo III**

|      |                   |    |
|------|-------------------|----|
| III. | Introducción..... | 59 |
|------|-------------------|----|

### **Capítulo IV**

|         |   |    |
|---------|---|----|
| IV.     | Objetivos y Formulación de Anteproyectos..... | 61 |
| IV.1.   | Objetivos Generales .....                     | 61 |
| IV.2.   | Objetivos particulares .....                  | 61 |
| IV.3.   | Formulación de Anteproyectos .....            | 61 |
| IV.3.1. | ANTEPROYECTO N°1 .....                        | 61 |
| IV.3.2. | ANTEPROYECTO N°2 .....                        | 62 |

### **Capítulo V**

|      |  |    |
|------|--|----|
| V.   | ANTEPROYECTO N°1: Desarrollo vial e hidráulico ..... | 63 |
| V.1. | Introducción al diseño vial .....                    | 63 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| V.2.    | Condicionantes externas .....                                   | 63  |
| V.3.    | Clasificación de la red vial .....                              | 64  |
| V.4.    | Diseño geométrico .....   | 73  |
| V.5.    | Cálculo de radio mínimo deseable para curvas horizontales ..... | 75  |
| V.6.    | Generación de alternativas .....                                | 75  |
| V.7.    | Selección de alternativas .....                                 | 76  |
| V.8.    | Evaluación de Alternativas .....                                | 77  |
| V.9.    | Parámetros de diseño de la sección transversal .....            | 77  |
| V.10.   | Proceso de Cálculo del Paquete Estructural .....                | 82  |
| V.11.   | Movimiento de suelos .....                                      | 93  |
| V.12.   | Elementos de seguridad y control .....                          | 96  |
| V.13.   | Drenaje Superficial .....                                       | 105 |
| V.14.   | Cómputo y presupuesto .....                                     | 125 |
| V.14.1. | Computo métrico .....   | 125 |
| V.14.2. | Presupuesto .....   | 126 |

## Capítulo VI

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| VI.    | ANTEPROYECTO N°2: Centro Cívico y SUM en Pueblo Belgrano ..... | 127 |
| VI.1   | Memoria Descriptiva .....                                      | 128 |
| VI.1.1 | Accesibilidad y estado actual del terreno .....                | 128 |
| VI.1.2 | Programa de Necesidades .....                                  | 128 |
| VI.1.3 | Diseño Arquitectónico .....                                    | 133 |
| VI.1.4 | Materialidad .....   | 133 |
| VI.1.5 | Presupuesto .....  | 156 |

## Capítulo VII

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| VII.    | Evaluación de anteproyectos .....                                 | 159 |
| VII.1   | Factores de importancia .....                                     | 159 |
| VII.1.1 | Factor Social: Población afectada positivamente .....             | 159 |
| VII.1.2 | Factor Ambiental: Efectos negativos sobre el medio ambiente ..... | 160 |
| VII.1.3 | Factor Técnico: Ejecución de las obra .....                       | 160 |
| VII.1.4 | Factor Económico: posibilidad financiera .....                    | 160 |
| VII.2   | Aplicación del método de comparación .....                        | 161 |

## Capítulo VIII

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| VIII.     | Proyecto Ejecutivo: Estructura del SUM.....               | 163 |
| VIII.1    | Estructura Metálica: Estereoestructura .....              | 163 |
| VIII.1.1  | Predimensionado.....                                      | 168 |
| VIII.1.2  | Análisis de cargas .....                                  | 174 |
| VIII.1.3  | Combinación de cargas .....                               | 178 |
| VIII.1.4  | Predimensionado de elementos componentes del módulo ..... | 178 |
| VIII.1.5  | Resistencia de Diseño .....                               | 181 |
| VIII.1.6  | Predimensionado estereoestructura lateral .....           | 187 |
| VIII.1.7  | Resistencia de Diseño .....                               | 189 |
| VIII.1.7  | Vigas perimetrales .....                                  | 193 |
| VIII.1.8  | Columnas.....   | 201 |
| VIII.1.9  | Fundaciones.....  | 209 |
| VIII.2    | Pliego de Especificaciones Técnicas.....                  | 217 |
| VIII.2.1  | Generalidades .....                                       | 217 |
| VIII.2.2  | Trabajos Preliminares.....                                | 217 |
| VIII.2.3  | Hormigón Armado.....                                      | 221 |
| VIII.2.4  | Estructura Metálica .....                                 | 226 |
| VIII.2.5  | Cubierta.....   | 229 |
| VIII.2.6  | Capas aisladoras.....                                     | 229 |
| VIII.2.7  | Muros exteriores-muros interiores .....                   | 231 |
| VIII.2.8  | Carpintería .....   | 231 |
| VIII.2.9  | Revestimientos.....                                       | 233 |
| VIII.2.10 | Instalación Sanitaria.....                                | 235 |
| VIII.2.11 | Instalaciones Eléctricas .....                            | 237 |
| VIII.2.12 | Presupuesto.....  | 238 |

## Capítulo IX

|        |                                       |     |
|--------|---------------------------------------|-----|
| IX.    | Evaluación de Impacto Ambiental ..... | 239 |
| IX.1   | Marco Legal .....                     | 239 |
| IX.1.1 | Ámbito Nacional.....                  | 239 |
| IX.1.2 | Ámbito Provincial.....                | 240 |
| IX.1.3 | Ámbito Municipal.....                 | 241 |
| IX.1.4 | Normas .....                          | 241 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| IX.2   | Descripción General del Sitio.....                         | 241 |
| IX.3   | Uso actual del terreno .....                               | 242 |
| IX.4   | Características generales del predio y de su entorno ..... | 242 |
| IX.4.1 | Fisiografía.....   | 242 |
| IX.4.2 | Características climáticas .....                           | 243 |
| IX.4.3 | Geología Regional .....                                    | 244 |
| IX.4.4 | Geomorfía y tipo de suelo del predio .....                 | 244 |
| IX.4.5 | Recursos Hídricos .....                                    | 246 |
| IX.4.6 | Medio Biológico .....                                      | 247 |
| IX.4.7 | Ambiente socio económico. ....                             | 247 |
| IX.5   | Metodología Aplicada.....                                  | 248 |
| IX.5.1 | Ponderación de atributos .....                             | 249 |
| IX.5.2 | Importancia del Impacto.....                               | 249 |
| IX.5.3 | Identificación y análisis de los impactos ambientales..... | 251 |
| IX.5.4 | Confección de la Matriz de Bejerman.....                   | 253 |
| IX.5.5 | Análisis de la Matriz .....                                | 253 |
| IX.5.6 | Medidas de Mitigación.....                                 | 253 |
| IX.6   | Conclusión .....   | 255 |

## **Capítulo X**

|    |                  |     |
|----|------------------|-----|
| X. | Conclusión ..... | 257 |
|----|------------------|-----|

Anexos y bibliografía al final.

PROYECTO FINAL

# CAPÍTULO I:

Introducción.

ALUMNOS:

- Cergneux, Emmanuel Facundo.
- Fellay, Andrea Soledad.
- Ipperi, Enzo Paolo.

## I. Introducción

La realización del proyecto final es el último requisito necesario para la obtención del título de grado de Ingeniero Civil de la Facultad Regional Concepción del Uruguay de la UTN. El mismo tiene como objetivo englobar la mayoría de los conocimientos obtenidos durante los sucesivos años de carrera y supone la resolución de una problemática real, económica y operativamente viable, que se pueda abordar desde la ingeniería comprendiendo no solo la solución propiamente dicha, sino también la identificación del problema.

El presente trabajo titulado “Desarrollo de infraestructura en pos del progreso de Pueblo General Belgrano” fue desarrollado íntegramente por Emmanuel Facundo Cergneux, Andrea Soledad Fellay y Enzo Paolo Ipperi.

Para abordar el proyecto se adoptó como área problemática a la ciudad de Pueblo Belgrano, siguiendo una metodología que consiste en realizar primeramente un relevamiento general de la provincia de Entre Ríos, luego del departamento Gualeguaychú, para finalmente ahondar la situación actual de su entorno. Para realizar dicha tarea fue necesario consultar a las diversas autoridades y organismos, así como también visitar los distintos lugares realizando un trabajo de campo en los mismos.

Una vez recopilada toda la información pertinente, se efectuó un diagnóstico de todos los entornos, enfatizando el ámbito local y detectando así las falencias a nivel urbano cuya solución incumbe al campo de la Ingeniería Civil. Conjuntamente con la cátedra, se decidió abocar como eje central el urbanismo. Seguidamente, se planteó el objetivo general y los distintos objetivos particulares a alcanzar.

Para poder cumplir con dichos objetivos, se desarrollaron dos anteproyectos: Anteproyecto N°1 Desarrollo vial e hidráulico de nuevo acceso a Pueblo Belgrano. Anteproyecto N°2 Centro Cívico.

Luego de su realización, de entre estos anteproyectos se eligió uno, el cual se continuó en parte hasta la etapa de proyecto ejecutivo.

Sintetizando el contenido del trabajo, se exponen los distintos capítulos que hacen al mismo, dando una breve descripción de éstos:

❖ **CAPÍTULO II – RELEVAMIENTO GENERAL:** Aquí se da una perspectiva global de la situación actual, tanto de la provincia de Entre Ríos, como del departamento Gualeguaychú y de la localidad de Pueblo Belgrano en particular. Se describe entre otras cosas aspectos poblacionales, del entorno natural, socio-económicos y de infraestructura.

❖ **CAPÍTULO III – DIAGNÓSTICO:** En base a la información recabada en el capítulo anterior, se infirió el estado de situación actual y se enumeraron las problemáticas detectadas en cada uno de los ámbitos analizados.

❖ **CAPÍTULO IV – OBJETIVOS Y FORMULACIÓN DE ANTEPROYECTOS:** Se idealizan los propósitos a alcanzar en las distintas ramas de la ingeniería civil, planteando un objetivo general y particulares. Como también se plantean los anteproyectos a desarrollar, a fin de dar solución a las problemáticas ya descriptas, buscando lograr los objetivos propuestos.

❖ **CAPÍTULO V – ANTEPROYECTO N°1 DESARROLLO VIAL E HIDRÁULICO DE NUEVO ACCESO A PUEBLO BELGRANO:** En este capítulo se conjugan dos de las principales ramas de la Ingeniería Civil como son la vial y la sanitaria, a través de la materialización de una carretera de entorno interurbano con su correspondiente infraestructura pluvial.

❖ **CAPÍTULO VI – ANTEPROYECTO N°2 CENTRO CIVICO:** En este capítulo se desarrolla el programa de necesidades a cumplir, el partido adoptado, el predimensionado de estructuras, y el cómputo y presupuesto de la obra.

❖ **CAPITULO VII – EVALUACION DE PROPUESTAS Y ANTEPROYECTOS:** Se analizan los anteproyectos aplicando una metodología de ponderación de los mismos teniendo en cuenta distintos criterios, arribando así a la decisión de cual anteproyecto es el más beneficioso de concretar.

❖ **CAPITULO VIII– PROYECTO EJECUTIVO:** Aquí se presenta con el nivel de detalles correspondientes la resolución de la estructura resistente correspondiente al SUM. Además se exhibe el pliego de condiciones para la materialización de dicho edificio.

❖ **CAPITULO IX– EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL:** se realiza el correspondiente estudio de impacto ambiental, a fin de establecer las bases para la obtención de la licencia ambiental y cumplimiento de las normativas vigentes.

❖ **CAPITULO IX– CONCLUSIÓN:** En este último capítulo se expresa un análisis final propio del trabajo en cuanto al cumplimiento de objetivos.

❖ CAPITULO X- ANEXOS: se detallan cálculos adicionales cuyos valores se utilizaron en capítulos previos.

❖ CAPITULO XI- BIBLIOGRAFÍA: se citan las fuentes consultadas durante todo el desarrollo del Proyecto.

PROYECTO FINAL

# CAPÍTULO II:

Relevamiento.

ALUMNOS:

- Cergneux, Emmanuel Facundo.
- Fellay, Andrea Soledad.
- Ipperi, Enzo Paolo.

## **II. Relevamiento General**

El presente capítulo tiene por objeto relevar los aspectos más importantes del proyecto y su inserción en el medio. Por ello se ha dividido el capítulo conforme a partes organizativas, yendo de la general a lo particular.

La información que de aquí en más se presenta fue extraída del Proyecto Final de Ingeniería Civil “Medidas para la despolarización del Municipio Nicolás Herrera”. (Autores: Labanca, Mauro; Lima, Nicolás; Rivas, Ignacio; Toledo, Agustín. Año 2014. UTN-FRCU).

### **II.1. Argentina**

Argentina, oficialmente República Argentina, es un estado soberano, organizado como república representativa y federal, situado en el extremo sureste y sur de América del Sur.

Por su extensión, 2 780 400 km<sup>2</sup>, es el país hispanohablante más extenso del planeta, el segundo Estado más grande de América Latina, cuarto en el continente americano y octavo en el mundo.

Su territorio continental americano, que abarca gran parte del Cono Sur, limita al norte con Bolivia y Paraguay, al Noreste con Brasil, al Este con Uruguay y el Océano Atlántico, al Oeste con Chile y, siempre en su sector americano, al Sur con Chile y las aguas atlánticas del Pasaje de Drake.

Su territorio está dividido en 23 provincias y una ciudad autónoma, Buenos Aires, capital de la Nación y sede del gobierno federal. Las provincias dividen su territorio en departamentos y estos a su vez se componen de municipios, con la excepción de la provincia de Buenos Aires que solo lo hace en municipios denominados partidos.

Con excepción de la provincia de Buenos Aires y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, las demás provincias han firmado tratados interprovinciales de integración 118 conformando cuatro regiones para diversos fines:

- Región del Norte Grande Argentino: con una superficie de 759.883 km<sup>2</sup>, está formada por las provincias de: Catamarca, Corrientes, Chaco, Formosa, Jujuy, Misiones, Tucumán, Salta y Santiago del Estero.
- Región del Nuevo Cuyo: formada por las provincias de: La Rioja, Mendoza, San Juan y San Luis. Posee una extensión de 404.906 km<sup>2</sup>.
- Región Patagónica: formada por las provincias de: Chubut, La Pampa, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz y Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. Es la región más extensa con 930.638 km<sup>2</sup>.

- Región Centro: formada por las provincias de: Córdoba, Entre Ríos y Santa Fe. Su desarrollo territorial alcanza los 377.109 km<sup>2</sup>. Cabe destacar que esta es la región en la que se encarará el proyecto.

## II.2. Entre Ríos

Entre Ríos es una de las veintitrés provincias que componen la República Argentina. Forma parte de la Región Centro, aunque también se incluye como componente de la Mesopotamia limitada por los ríos Uruguay y Paraná, en el Litoral argentino. Limita al Sur con la Provincia de Buenos Aires, al Oeste con la Provincia de Santa Fe, al Norte con la Provincia de Corrientes y al Este con la República Oriental del Uruguay. La capital provincial es la Ciudad de Paraná.

A excepción de una pequeña porción de tierra en el Norte, los límites de la Provincia son naturales. Hacia el Oeste y Sur, el Río Paraná, hacia el Este el Río Uruguay, y hacia el Norte los ríos Mocoretá y Guayquiraró, con sus arroyos afluentes, el Tunas y el Basualdo, respectivamente.

Su extensión territorial comprende 78.781 km<sup>2</sup>, distribuidos en 66 976 km<sup>2</sup> de tierra firme y 11.805 km<sup>2</sup> de islas y tierras anegadizas.

Sus principales accesos están constituidos por puentes y un Túnel Subfluvial. La red de agua superficial y profunda, a través de acuíferos y apta para el consumo inmediato, es hasta 12 veces mayor que en cualquier otra provincia argentina.

En el censo de 2010, realizado por el INDEC<sup>1</sup>, se obtuvo una población total de 1.235.994 habitantes, lo cual la convierte en la séptima provincia más poblada del país. Dicha población equivalía al 3,1 % del total nacional.

Políticamente, la provincia de Entre Ríos se divide 17 departamentos, tal como puede apreciarse en la FIGURA I-1.

### II.2.1. Geografía

#### II.2.1.1. Relieve

El relieve entrerriano presenta un paisaje de llanura sedimentaria originado en la erosión, levemente ondulada, de alturas no superiores a los 100 metros. Estas alturas, mal



Figura II-1 Entre Ríos. División política.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Estadística y Censos.

llamadas cuchillas, son en realidad lomadas que constituyen una prolongación del relieve de Corrientes y que al ingresar a la provincia se divide en dos brazos: el occidental o de Montiel, de dirección sudoeste y que llega hasta las cercanías del arroyo Hernandarias y el brazo oriental o Grande, que desde el sudeste llega hasta el sur del departamento Uruguay. Estas lomadas determinan la divisoria de aguas: las pendientes hacia el Río Paraná y hacia los Ríos Uruguay y Gualeguay.

Además de estas lomadas, existen tres prolongaciones de dirección Norte - Sur, entre los arroyos Nogoyá y Clé; otro, entre éste y el río Gualeguay y por último, otro, entre el río Gualeguay y el Gualeguaychú.

La base de la llanura sedimentaria es de origen precámbrico, sobre cuya superficie se fueron depositando los sedimentos afectados por movimientos epirogénicos, especialmente por formaciones del período Cenozoico con intrusiones marinas del Mioceno-Plioceno y del Holoceno.

En la FIGURA II-2 se puede observar la morfometría de la Provincia, observándose las mayores alturas en las regiones de Paraná, Diamante, Nogoyá y el norte de Victoria.

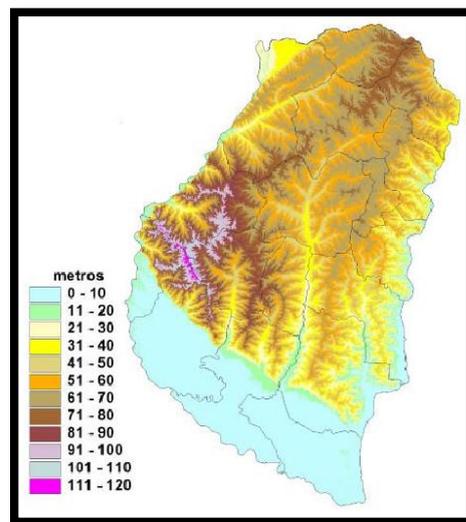


Figura II-2 Suelos y ambientes de Entre Ríos (2008) Fuente: INTA.

### II.2.1.2. Suelos

Según la clasificación de tipos de suelo emitidas por el INTA<sup>2</sup>, se distinguen en la provincia seis tipos de suelos:

- Molisoles: abarcan el 24,36% del territorio provincial, sobre la costa del Paraná. Molisoles son los suelos de los ecosistemas de pastizales. Se caracterizan por un horizonte de espesor, superficie oscura. Este horizonte superficial fértil, conocido como un epipedón mólico, los resultados de la adición a largo plazo de materiales orgánicos derivados de raíces de las

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

plantas. Molisoles son algunos de los suelos agrícolas más importantes y productivos del mundo y son ampliamente utilizados para este propósito.

- Vertisoles: 30,13% del territorio provincial, desde los departamentos Tala y Uruguay hacia el norte. Un vertisol es aquel suelo, generalmente negro, en donde hay un alto contenido de arcilla expansiva conocida como montmorillonita, que forma profundas grietas en las estaciones secas, o en años. Cuando se hace riego, los cultivos como algodón, trigo, sorgo, arroz crecen bien. Los Vertisoles son especialmente buenos para el cultivo del arroz debido a su impermeabilidad cuando se saturan.

- Alfisoles: 10,90% del territorio provincial, en áreas elevadas y onduladas de los departamentos Feliciano, Federal, La Paz, Paraná, Tala y Villaguay. Son suelos formados en superficies suficientemente jóvenes como para mantener reservas notables de minerales primarios, arcillas, etc., que han permanecido estables (libres de erosión y otras perturbaciones edáficas), cuando menos a lo largo del último milenio.

- Entisoles: 8,33% del territorio provincial, en el noreste, en una franja paralela al río Uruguay hasta Concepción del Uruguay y en el delta inferior. Son suelos que no muestran ningún desarrollo definido de perfiles. Pueden ser arenosos rojizos o arenosos pardos, ambos aptos para el uso agrícola.

- Inceptisoles: 5,77% del territorio provincial, en los valles de los ríos Gualeguay, Gualeguaychú y Feliciano. Estos suelos tienen características poco definidas, un alto contenido de materia orgánica y tienen características de suelos arcillosos.

- Mezcla de entisoles e inceptisoles, 20,51% del territorio provincial, en el Delta del Paraná.

En la FIGURA II-3 se observa el mapa de la Provincia con los tipos de suelos, pudiendo apreciarse que el Vertisol y el Molisol son los más abundantes de la provincia. En la región estudiada el primero es el predominante.

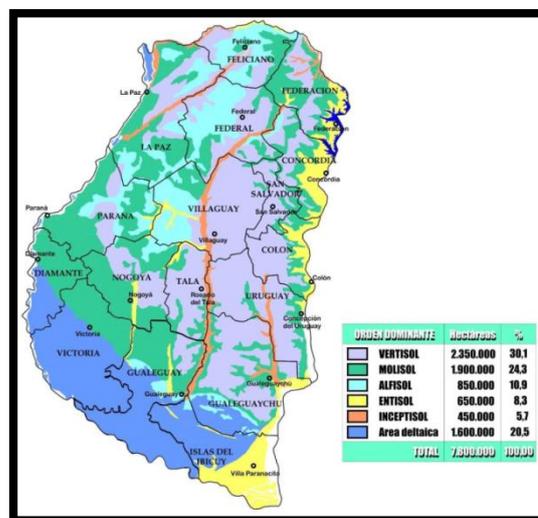


Figura II-3 Suelos en Entre Ríos. Fuente: INTA (2005)

## II.2.2. Clima

Por su situación geográfica en Entre Ríos la temperatura disminuye de norte a sur. Dado esto podemos encontrar dos regiones climáticas: una subtropical sin estación seca y otra cálida.

La primera afecta a los departamentos de Federación, Feliciano, Federal y norte de La Paz. Los inviernos son suaves y los veranos con temperaturas promedio superiores a los 26°C. La temperatura media anual es de 19°C.

La segunda región climática, que corresponde al resto del territorio, presenta inviernos cuya temperatura media oscila entre los 7° C y 10° C, siendo frecuentes las heladas, y en verano, entre los 19°C y 23°C. La amplitud media varía entre los 10°C y 16°C con humedad elevada.

En la FIGURA II-4 se pueden distinguir las distintas franjas en que la temperatura media anual divide a la provincia. En la ciudad de Pueblo Belgrano esta temperatura puede fijarse en torno a los 18°C.

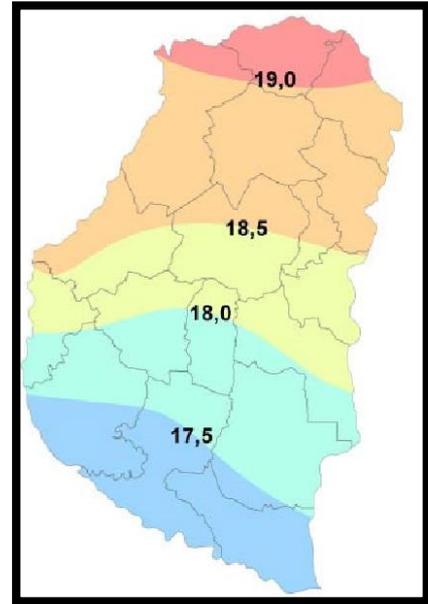


Figura II-4 Entre Ríos. Temperatura media anual (°C). Fuente: INTA (2008)

### II.2.2.1. Precipitaciones

En la Provincia de Entre Ríos se registran precipitaciones relativamente altas durante todo el año, por lo cual es catalogada como “sin estación seca”. Si bien en los últimos años se han venido sucediendo notorias disminuciones en las cantidades por efectos del cambio climático, aún se considera una de las provincias con mayor precipitación anual del país, tal es así que la región subtropical de la provincia alcanza los 1.300 milímetros anuales de precipitación, en tanto que la zona templada está en el entorno de los 1.000 milímetros anuales. Lo antes descrito se observa en la FIGURA II-5.

Si se tiene en cuenta la distribución de precipitaciones según los meses del año, la época con mayores registros va desde octubre hasta mayo.

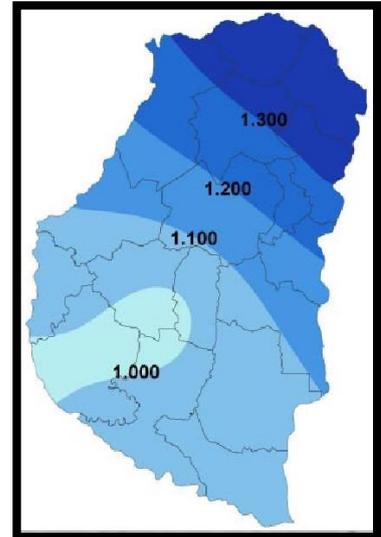


Figura II-5 Precipitación media anual en Entre Ríos. Fuente: INTA

### II.2.2.2. Vientos

En la provincia predomina durante todo el año el viento Noreste, mientras que en verano y primavera los vientos predominantes tienen la dirección Norte, Noreste, Este y Sureste. En otoño e invierno, sin ser predominantes, aumentan la frecuencia los vientos Sur y Suroeste. Se observa baja incidencia de los vientos del Oeste. La velocidad del viento es de mayor

intensidad en los meses de septiembre y octubre, siendo menor en abril. Los promedios mensuales oscilan entre 10 y 12 km/h.

### **II.2.3. Biología**

#### **II.2.3.1. Flora**

La vegetación característica de la provincia de Entre Ríos pertenece a la zona fitogeográfica denominada parque mesopotámico, dentro de la cual pueden distinguirse los siguientes tipos de vegetación o formaciones: Sobre ambos límites de la provincia, sobre el este y oeste, se desarrollan bosques en galería que constituyen la prolongación de la selva misionera a lo largo de los cursos de agua y su nombre alude a que acompañan el recorrido de los ríos y arroyos que cuando son angostos permiten que los árboles de ambas márgenes junten sus copas en lo alto. En el interior de las selvas en galería el aire es muy húmedo. Las especies arbóreas y arbustivas que predominan son el tacuaruzú, pindó, sauce criollo o colorado, higuerón o agarrapalo, quebrachillo, virarú, ombú, laurel, timbó colorado, ibirá pitá o caña fístula, lapachillo, ceibo, lecherón o curpí, Sarandi blanco, molle, coronillo, arrayán, guayabo, canelón, lapacho de Misiones y aliso del río. Los bosques hidrófilos crecen en las regiones húmedas, se distinguen de la selva en galería por la menor variedad de especies y la ausencia de lianas, siendo frecuente la existencia de bosques puros de una sola especie formando ceibales, sauzales, alisales, etc. Un árbol característico es el ceibo que ese adapta perfectamente a los suelos pantanosos donde forma extensos bosques abiertos.

Las especies características son además de las mencionadas el aliso de río, espinillares, timbó blanco y Sarandi colorado. La vegetación de bañados y de agua se manifiesta en todos los esteros, lagunas, pajonales, riachos y tierras inundables tan frecuentes en la región. La vegetación acuática es la dominante. Se destaca el irupé, ninfácea cuyas hojas alcanzan los dos metros de diámetro. La flor es blanca por fuera y por dentro puede ser blanca, anaranjada o roja. Se abre al amanecer y se cierra al atardecer. El fruto, del tamaño de una sandía, crece bajo el agua y de sus semillas, comestibles, se puede extraer una harina parecida a la de maíz. El jugo de sus flores es muy refrescante. Existen también numerosas especies flotantes de gran tamaño denominados camalotes. Los Palmares que se presentan en la región responden a varias especies entre las que se destacan el yatay, el caranday, el pindó, y el mbocayá. Son conocidos los palmares de Concordia y Colón. Los yatayes de Concordia se hallan formados por árboles muy altos y viejos que se renuevan con mucha dificultad. El Palmar de Colón, declarado Parque Nacional, se presenta a la manera de un bosque abierto, sobre una superficie de alrededor de quince hectáreas entre la costa del río Uruguay y la Ruta Nac. N° 14. La especie predominante es la *Syagrus Yaya*, esbelta palmera de 12 metros de altura, hojas pinadas de más de dos metros de longitud y tronco de aproximadamente 40 centímetros de diámetro. Casi todas las palmeras superan los 100 años de edad.

En la zona central, hacia el sur se encuentran extensiones de pastos bajos, utilizados para la actividad ganadera, y entre los árboles se pueden nombrar aromos, aguariayes, ceibos y sauces. Hacia el norte crecen los bosques del espinal, compuestos por aromitos, quebrachos blancos, espinillos, ombúes y ñandubays entre otros.

El sector forestal se encuentra actualmente en crecimiento, si bien tiene aún poco peso dentro del conjunto del país. La provincia destinó 91.000 hectáreas, en su mayor parte junto al río Uruguay, y los principales árboles utilizados son el eucaliptus, el pino y las salicáceas. La industria está acompañada también por una infraestructura de aserraderos y establecimientos procesadores de maderas.

En la FIGURA II-6 se ilustran las Áreas protegidas y las especies animales y vegetales más distintivas de Entre Ríos.

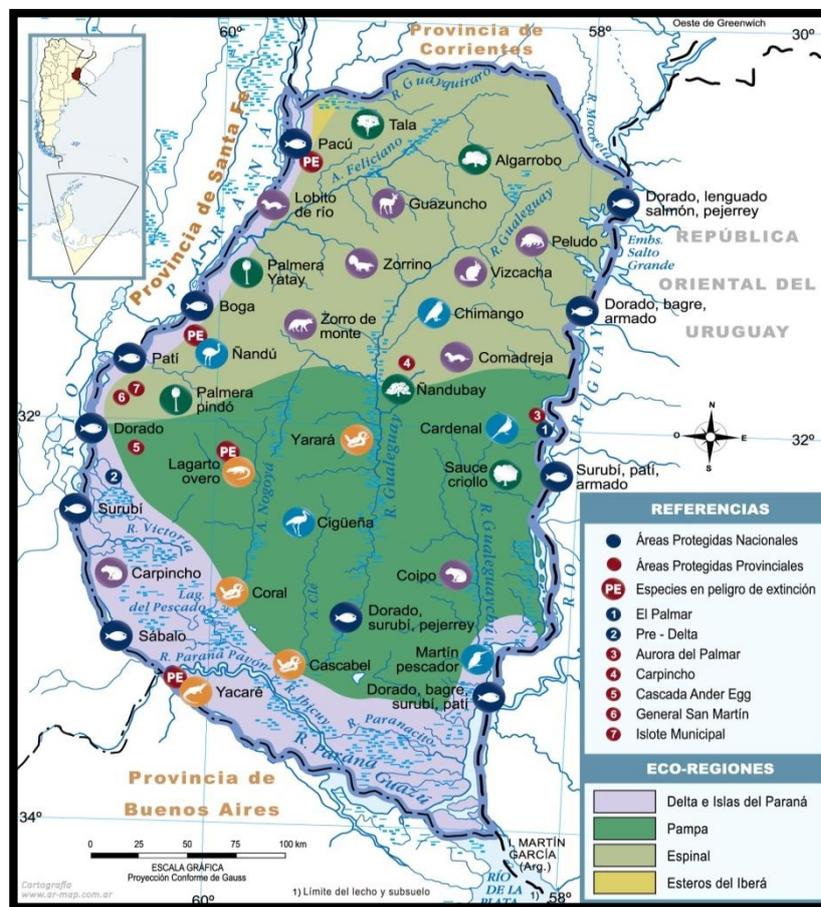


Figura II-6 Entre Ríos. Mapa ambiental. Fuente: [www.mapoteca.edu.ar](http://www.mapoteca.edu.ar)

### II.2.3.2. Fauna

Los ríos forman una barrera protectora para la fauna enterrriana, pues la aíslan y no permiten la depredación. Los habitantes de la región se han preocupado por conservar esa barrera natural, sumando además medidas que tienden a poner límites a la caza y la pesca de las especies.

Las aves abundan en la provincia, sobre todo en las áreas lacustres. Las zancudas cigüeñas, el tutuyú coral, la garza mora, las bandurrias, cuervillos y espátulas viven en ríos, arroyos y lagunas, junto con algunas palmípedas. Patos, viguaes y cisnes. Los pájaros más comunes son el pirincho, el urutaú, cardenales, martín pescador, biguá y el carpintero.

En la provincia se encuentran reptiles de diversos tamaños, como ser yacarés, iguanas y lagartijas. Entre los ofidios existen ejemplares de serpientes de coral, boa, cascabel y la mortífera yararará.

Entre los mamíferos que comparten el territorio podemos mencionar carpinchos, hurones, zorros del monte, guazunchos, lauchas o ratones de campo, mulitas, peludos, comadrejas.

La fauna ictícola entrerriana está compuesta por más de 200 especies, entre las que se destacan diversas clases de peces: armado, surubí, patí, dorado, sardina, sábalo, manduví, anamengüí, boga, pejerrey de río, pacú y dientudo.

#### II.2.4. Demografía

El Censo Nacional<sup>3</sup> del año 2010 estableció una población en la Provincia de 1.235.994 habitantes, valor que representa un 3,1% de la total del país. Los datos de los anteriores censos<sup>4</sup> fueron: en año 2001 se registraron 1.158.147; y en el año 1991, 1.020.257 habitantes. La variación intercensal entre los años 2001 y 2010 es de un 7,3%.

En la FIGURA II-7 se representó la densidad de población en un mapa de la Provincia, se hace notar que los departamentos ubicados en las márgenes de los ríos resultan ser los más densamente poblados, destacándose el de Paraná y el de Concordia.

El último Censo Nacional, también mostró que un 83,73% de la población habita en centros urbanos, mientras que el restante 16,27% reside en zonas rurales, la cual registra una pendiente negativa a lo largo de los diversos censos realizados.

En la TABLA II-1 se detalla la distribución poblacional total y por sexo, la densidad de población y el índice de masculinidad en cada departamento de la Provincia.

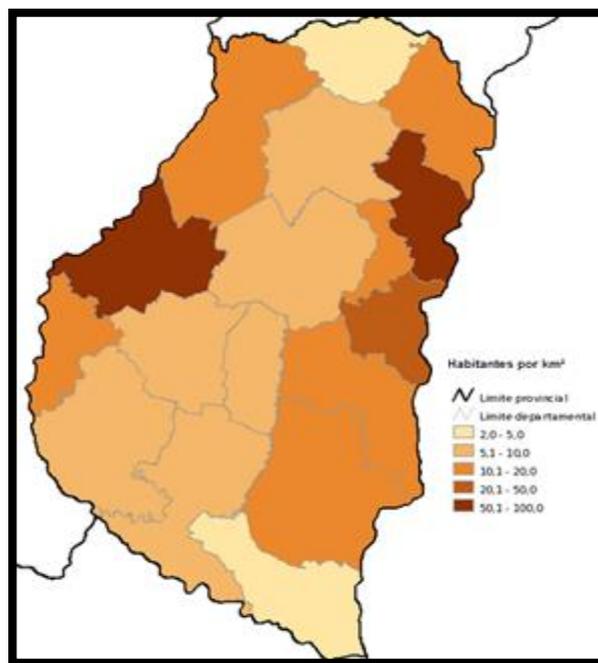


Figura II-7 Entre Ríos. Densidad de Población. Fuente: INDEC-Censo 2010.

<sup>3</sup> Censo Nacional Año 2010 INDEC.

<sup>4</sup> Base de datos años 2001 y 1991 INDEC.

La cantidad de extranjeros residentes en la provincia es de 10.390 personas (0,8%), la mayor parte de ellos provenientes de países limítrofes, principalmente Uruguay.

El porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas alcanza al 11,5% de la población, por debajo del promedio nacional (12,5%).

| Entre Ríos. Población total por sexo e indicadores de distribución espacial, según departamento. Censo 2010. |           |         |         |                        |                       |                    |                    |
|--|-----------|---------|---------|------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Departamentos  | Población |         |         | Índice de Masculinidad | Distribución Espacial | Superficie Km2 (1) | Densidad (Hab/Km2) |
|  | Total     | Varones | Mujeres |                        |                       |                    |                    |
| Total Provincial   | 1.235.994 | 604.566 | 631.428 | 95,7                   | 100,0%                | 78.781             | 15,7               |
| Colón  | 62.160    | 30.860  | 31.300  | 98,6                   | 5,0%                  | 2.890              | 21,5               |
| Concordia  | 170.033   | 83.829  | 86.204  | 97,2                   | 13,8%                 | 3.259              | 52,2               |
| Diamante   | 46.361    | 22.468  | 23.893  | 94,0                   | 3,8%                  | 2.774              | 16,7               |
| Federación   | 68.736    | 34.494  | 34.242  | 100,7                  | 5,6%                  | 3.760              | 18,3               |
| Federal  | 25.863    | 12.865  | 12.998  | 99,0                   | 2,1%                  | 5.060              | 5,1                |
| Feliciano  | 15.079    | 7.526   | 7.553   | 99,6                   | 1,2%                  | 3.143              | 4,8                |
| Gualeguay  | 51.883    | 25.309  | 26.574  | 95,2                   | 4,2%                  | 7.178              | 7,2                |
| Gualeguaychú   | 109.461   | 53.460  | 56.001  | 95,5                   | 8,9%                  | 7.086              | 15,4               |
| Islas del Ibicuy   | 12.077    | 6.244   | 5.833   | 107,0                  | 1,0%                  | 4.500              | 2,7                |
| La Paz   | 66.903    | 32.761  | 34.142  | 96,0                   | 5,4%                  | 6.500              | 10,3               |
| Nogoyá   | 39.026    | 19.187  | 19.839  | 96,7                   | 3,2%                  | 4.282              | 9,1                |
| Paraná   | 339.930   | 163.449 | 176.481 | 92,6                   | 27,5%                 | 4.974              | 68,3               |
| San Salvador   | 17.357    | 8.654   | 8.703   | 99,4                   | 1,4%                  | 1.282              | 13,5               |
| Tala   | 25.665    | 12.586  | 13.079  | 96,2                   | 2,1%                  | 2.663              | 9,6                |
| Uruguay  | 100.728   | 49.321  | 51.407  | 95,9                   | 8,1%                  | 5.855              | 17,2               |
| Victoria   | 35.767    | 17.564  | 18.203  | 96,5                   | 2,9%                  | 6.822              | 5,2                |
| Villaguay  | 48.965    | 23.989  | 24.976  | 96,0                   | 4,0%                  | 6.753              | 7,3                |

Tabla II -1 Densidad de Población y distribución por sexo en la Provincia de Entre Ríos

FUENTE: Censo Nacional Año 2010. Resultados definitivos, Serie B Nº 2. Tomo 1. INDEC

## II.2.5. Educación

Entre Ríos ha tenido un papel preponderante en la historia de la educación en Argentina. El primer colegio laico y gratuito del país, el Colegio del Uruguay, fue fundado por Urquiza el 28 de julio de 1849 en Concepción del Uruguay. También en la provincia fueron inauguradas las dos primeras escuelas normales del país, una en Paraná y la otra en Concepción del Uruguay durante la presidencia de Domingo Faustino Sarmiento.

La provincia cuenta con seis universidades con sedes en su territorio: la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER), la Universidad Católica Argentina (UCA), la Universidad Adventista del Plata (UAP), la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), la Universidad de Concepción del Uruguay (UCU) y la Universidad Autónoma de Entre Ríos (UADER). Además existen varias universidades con regímenes semi-presenciales dentro de modalidades de educación a distancia que tienen unidades académicas en la provincia; tal es el caso de la Universidad Católica de Salta (UCASAL), la Universidad Blas Pascal (UBP) o la Universidad Nacional del Litoral (UNL), entre otras.

En cuanto al analfabetismo, se puede ver en la FIGURA II-8, elaborada en base a datos del INDEC, que actualmente un 2,1% de la población mayor a 10 años no sabe leer ni escribir. Respecto al porcentaje a nivel país, Entre Ríos se encuentra por encima del 1,9% registrado.

Podemos ver también una disminución del 1% del analfabetismo respecto a los datos del censo del año 2010.

Como se observa en la TABLA II-2, entre la población mayor de 15 años, la mayoría tiene educación primaria completa o bien educación secundaria incompleta; dicho grupo comprende un 49,5%. Le siguen un 21,2% que posee los estudios secundarios completos o los universitarios incompletos, mientras que un 22,5% no posee educación o no terminaron los estudios primarios. Un 6,1% y un 7,8% terminaron sus estudios terciarios y universitarios respectivamente.

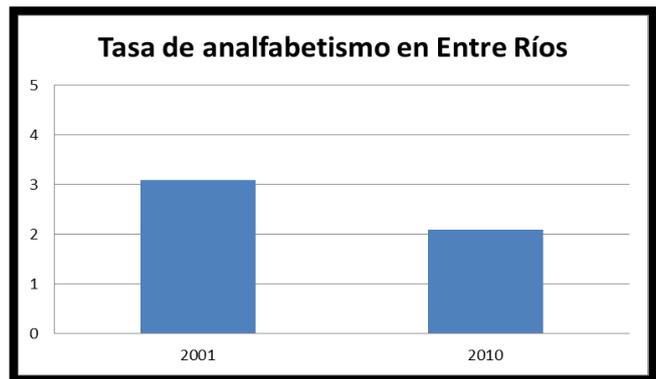


Figura II-8 Tasa de Analfabetismo en Entre Ríos  
 FUENTE: INDEC. Censo 2010. Resultados definitivos, Serie B N° 2. Tomo 1

| Provincia y sexo | Población total de 15 años y más (100,0) | Máximo nivel educativo alcanzado                  |                     |                   |                       |                     |                                     |                                   |
|------------------|--|---|---------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
|                  |  | Sin instrucción (incluye nunca asistió e inicial) | Primario incompleto | Primario completo | Secundario incompleto | Secundario completo | Terciario/ Universitario incompleto | Terciario/ Universitario completo |
| Total del país   | 26.012.435                               | 3,7   | 14,2                | 28,0              | 20,9                  | 16,2                | 8,2                                 | 8,7                               |
| Varones          | 12.456.479                               | 3,5   | 14,3                | 28,7              | 22,8                  | 15,6                | 8,1                                 | 7,0                               |
| Mujeres          | 13.555.956                               | 3,9   | 14,1                | 27,3              | 19,2                  | 16,8                | 8,4                                 | 10,3                              |
| Entre Ríos       | 813.486                                  | 3,7   | 18,8                | 29,1              | 19,4                  | 15,1                | 6,1                                 | 7,8                               |
| Varones          | 392.937                                  | 3,7   | 19,2                | 30,1              | 20,8                  | 14,8                | 5,8                                 | 5,5                               |
| Mujeres          | 420.549                                  | 3,6   | 18,4                | 28,2              | 18,0                  | 15,3                | 6,4                                 | 9,9                               |

Tabla II - 2 Máximo Nivel Educativo alcanzado en la provincia de Entre Ríos (año 2001)  
 FUENTE: INDEC. Base de datos años 2001

### II.2.6. Salud

En la provincia, el organismo del Estado que regula toda el área de salud es el Ministerio de Salud y Acción Social (M.S. y A.S.) de la Provincia de Entre Ríos.

En esta área puede decirse que los indicadores más importantes son: tasa de mortalidad infantil, tasa bruta de mortalidad, porcentaje de la población con cobertura médica y los establecimientos asistenciales.

La tasa bruta de mortalidad, que está dada por el cociente entre el total de defunciones acaecidas durante un año y la población total durante el mismo período, se puede apreciar en la FIGURA II-9, donde se representó la evolución de dicho índice desde el año 2000 al 2010.

En lo que respecta a la población con cobertura médica, se considera que la población tiene cobertura de salud cuando declara tener obra social (incluyendo al PAMI<sup>5</sup>), prepaga a través de obra social, prepaga sólo por contratación voluntaria, o programas o planes estatales de salud. En el caso de nuestra Provincia, el 64,3% de la población tiene cobertura de salud.

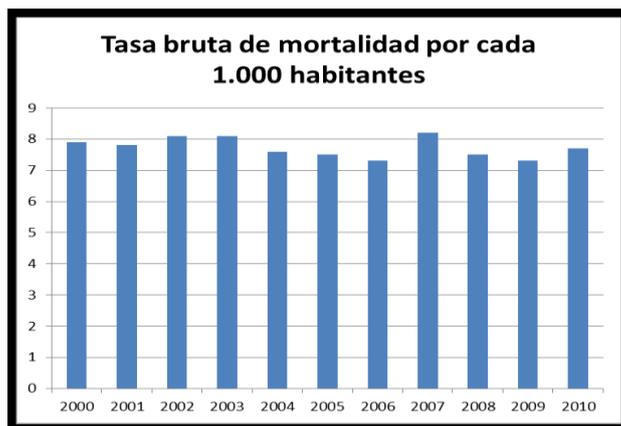


Figura II -9 Tasa bruta de mortalidad en la provincia de Entre Ríos

FUENTE: INDEC, Dirección de Estadística y Censos de Entre Ríos, en base a información suministrada por el Ministerio de Salud de la Nación, Dirección de Estadísticas e Información de Salud (DEIS).

En la TABLA II-3 se contabilizaron los establecimientos de salud por departamento y la dependencia de los mismos, para el año 2010. En ella se observa como Paraná, Concordia y Gualeguaychú aventajan a los demás departamentos. Cabe destacar también que en los dos primeros la mayoría de los establecimientos son privados.

| Departamento     | Total | %      | Dependencia |           |         |             |
|------------------|-------|--------|-------------|-----------|---------|-------------|
|                  |       |        | Provincial  | Municipal | Privado | Obra Social |
| Total Provincial | 126   | 100.0% | 68          | 1         | 56      | 1           |
| Colón            | 6     | 4.8%   | 4           | -         | 2       | -           |
| Concordia        | 11    | 8.7%   | 3           | -         | 8       | -           |
| Diamante         | 9     | 7.1%   | 4           | -         | 5       | -           |
| Federación       | 3     | 2.4%   | 3           | -         | -       | -           |
| Federal          | 4     | 3.2%   | 3           | -         | 1       | -           |
| Feliciano        | 1     | 0.8%   | 1           | -         | -       | -           |
| Gualeguay        | 4     | 3.2%   | 2           | -         | 2       | -           |
| Gualeguaychú     | 11    | 8.7%   | 6           | -         | 4       | 1           |
| Islas del Ibicuy | 3     | 2.4%   | 3           | -         | -       | -           |
| La Paz           | 9     | 7.1%   | 5           | -         | 4       | -           |
| Nogoyá           | 3     | 2.4%   | 3           | -         | -       | -           |
| Paraná           | 38    | 30.2%  | 13          | 1         | 24      | -           |
| San Salvador     | 2     | 1.6%   | 2           | -         | -       | -           |
| Tala             | 5     | 4.0%   | 4           | -         | 1       | -           |
| Uruguay          | 8     | 6.3%   | 5           | -         | 3       | -           |
| Victoria         | 3     | 2.4%   | 2           | -         | 1       | -           |
| Villaguay        | 6     | 4.8%   | 5           | -         | 1       | -           |

Tabla II -3 Total de establecimientos de salud con internación por dependencia, según Departamento.

FUENTE: Ministerio de Salud de la Nación, Sistema Integrado de Información Sanitaria Argentina, Registro Federal

### II.2.7. Economía

La actividad económica de la provincia se sustenta principalmente en la agricultura, la ganadería y el turismo y en menor medida en la minería y la industria.

<sup>5</sup> Programa de Atención Médica Integral

### II.2.7.1. Avicultura

Como se muestra en la TABLA II-4, la mayor cantidad de granjas avícolas se hallan en Entre Ríos, representando casi un 48% del total en el país, lo que significa un total de más de 2700 granjas.

Del total de granjas existentes en la provincia, el 82 % corresponde a Producción de Carne, el 9 % a la producción de Huevos de consumo, y el resto corresponde a granjas de incubación, cría, reproducción, entre otras.

La producción de aves en la Provincia se encuentra ampliamente distribuida por casi todo el territorio concentrándose el 68% de las granjas en los Departamentos de Uruguay, Colón, Gualeguaychú y Gualeguay; el 25% en los Departamentos Paraná, Diamante, Tala, Nogoyá, Villaguay y el 7 % en los Departamentos San Salvador, Concordia, Federación, La Paz, Federal, Victoria e Islas del Ibicuy, ubicándose nuevos asentamientos de granjas en sitios que ofrecen importantes ventajas de bioseguridad, como lo son montes bajos y zonas de baja concentración poblacional avícola.

En la FIGURA II-10 puede apreciarse un crecimiento sostenido del número de faenas registradas en la Provincia. Según el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, para el año 2011, la Provincia registró el 44,66% de la Faena Nacional, ocupando el primer lugar por encima de Buenos Aires que alcanza un 41,81%.

| GRANJAS AVÍCOLAS  |             |              |
|-------------------|-------------|--------------|
| Provincia         | n° Granjas  | %            |
| <b>Entre Ríos</b> | <b>2741</b> | <b>47,81</b> |
| Buenos Aires      | 2044        | 35,65        |
| Santa Fé          | 323         | 5,63         |
| Córdoba           | 261         | 4,55         |
| Mendoza           | 148         | 2,58         |
| Río Negro         | 51          | 0,89         |
| Salta             | 41          | 0,72         |
| Neuquen           | 38          | 0,66         |
| Tucuman           | 26          | 0,45         |
| San Juan          | 24          | 0,42         |
| Resto del País    | 36          | 0,63         |

Tabla II-4 Granjas Avícolas en la Argentina  
 FUENTE: Dirección General de Ganadería de Entre Ríos, Ministerio de Producción. Información de la Actividad Avícola

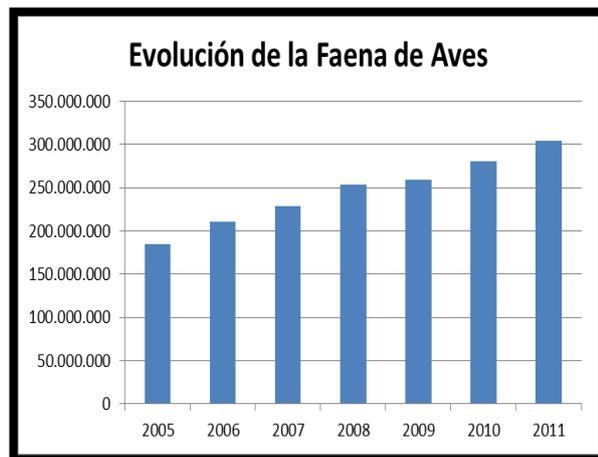


Figura II-10 Producción de Carne Aviar en Entre Ríos  
 FUENTE: Dirección General de Ganadería de Entre Ríos, Ministerio de Producción. Información de la Actividad Avícola

### II.2.7.2. Apicultura

Entre Ríos es la segunda provincia en producción de miel después de Buenos Aires (41%) con un 17% de la producción nacional. Está compuesta por aproximadamente 620 mil colmenas y 4.700 productores, de los cuales el 19% se dedica a la apicultura casera, el 42%

tiene dedicación parcial y el 27% tiene dedicación plena y el 12% restante se considera apicultura industrial. Del total producido, el 95% se destina a la exportación.

### II.2.7.3. Ganadería

El ganado vacuno es el más difundido, pero se pueden encontrar ganados ovinos, caprinos, porcinos y equinos en toda la Provincia, esto se representó en la FIGURA II-11. En el primer grupo, se destacan las razas Aberdeen Angus, Hereford y Shorthorn, productores de carne. En la cuenca lechera, especialmente en Paraná, Nogoyá, Diamante y Victoria, predomina la cría de la Holando Argentina.

De acuerdo a los datos que se desprenden de la 2° Vacunación de Aftosa, la Provincia de Entre Ríos cuenta con 4.545.372 animales, de los cuales el 39,1 % son vacas, el 2% toros, el 23,4% terneros y terneras y el resto corresponde a las otras categorías. Esto representa un crecimiento de un 7,97 % con respecto a la existencia del año anterior y marca una lenta pero sostenida recuperación de las existencias ganaderas entrerrianas, que se viene dando desde el año 2009-2010, como se observa en la FIGURA II - 12.

Por otro lado la producción ganadera entrerriana se encuentra totalmente atomizada y con un gran predominio de pequeños y medianos.

En Entre Ríos se encuentran instaladas 118 granjas porcinas comerciales, que agrupan un total de 7000 cerdas madres. De estas granjas el 75 % se ubican en los departamentos de Paraná (56 granjas, 47,5 %), Villaguay (16 granjas, 13,5%) y la Paz (16 granjas, 13,5%). La faena provincial de cerdos se encuentra en alrededor de 61.000 cabezas al año, siendo la faena total aportada por la Provincia de Entre Ríos de unos 66.000 animales, el 2% de la faena nacional. Los establecimientos que están realizando faena en Entre ríos son 14, los cuales en general no son exclusivos de faena porcina.

Con respecto a la Actividad Ovina, en Entre Ríos existen 352.919 animales, repartidos en 4437 explotaciones. De estos ovinos más del 50 % se encuentran en los Departamentos de Federal, Feliciano y Federación, si se incluye a los departamentos de Villaguay y La Paz este porcentaje alcanza casi el 75 %. En cuanto al tamaño de explotación el 71 % de los establecimientos son de menos de 50 cabezas.

Entre Ríos cuenta con una producción láctea de 374.772.622 litros anuales, lo que hace un promedio de 31.231.052 litros mensuales, con picos de producción en primavera. La

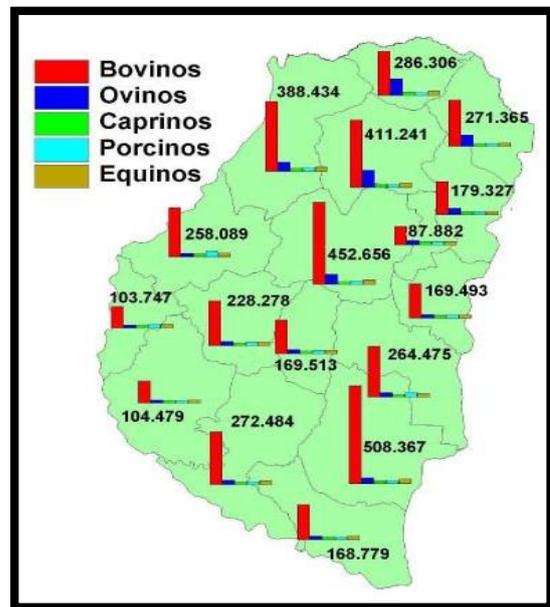


Figura II-11 Entre Ríos. Existencias Ganaderas  
 FUENTE: INTA. Suelos y Ambientes de Entre Ríos (2002)

cantidad de tambos fluctúa en alrededor de 1500, de los cuales unos 400 son tambos que serían los cuales elaboran su propia producción o a lo sumo la de sus vecinos. Estos tambos se encuentran ubicados en dos cuencas lácteas, la Cuenca Oeste comprendida por los departamentos Paraná, Nogoyá, Diamante, Victoria y La Paz y la Cuenca Este que corresponde a Gualeguaychú, Tala, Colón, Gualeguay y Uruguay. No obstante existen tambos extracuenca en los departamentos San Salvador, Villaguay, Victoria, Federal y Concordia.

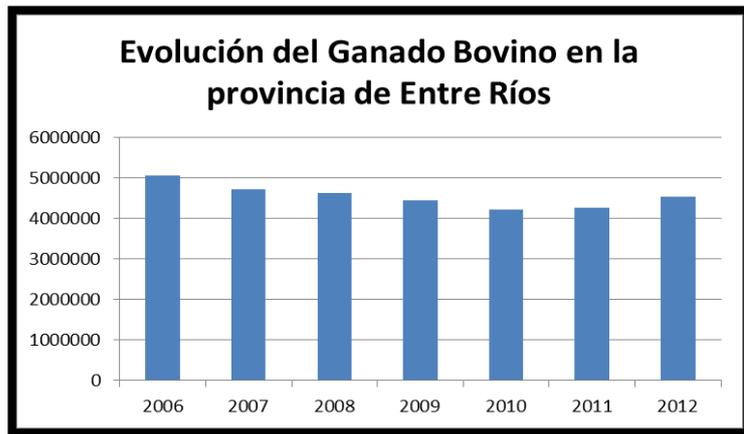


Figura II-12 Evolución del Ganado Bovino en Entre Ríos  
 FUENTE: FUCOFA (Fundación de Lucha contra la Fiebre Aftosa). 2° vacunación

#### II.2.7.4. Agricultura

La Agricultura es una de las más importantes actividades en que se sustenta la economía de la Provincia.

Según datos del INDEC<sup>6</sup>, la provincia destinaba 2.102.438 hectáreas a distintos tipos de cultivo. En la FIGURA II-13 se muestra el porcentaje que cada rubro representa dentro del total cultivado.

Se puede apreciar que el cultivo de oleaginosas fue el más significativo, abarcando la soja unas más del 97% del rubro. Por otro lado, resulta muy difundida la siembra de cereales abarcando un 30% del total, donde el trigo representa alrededor del 60%, el maíz un 28% y el arroz un 7% del grupo.

Dentro de las forrajeras, no se distingue un claro dominio de algún cultivo en particular, pero puede decirse que se impone la avena con un 41%, seguida por el sorgo con un 15%, el raigrás con 12% y el maíz con un 10%.

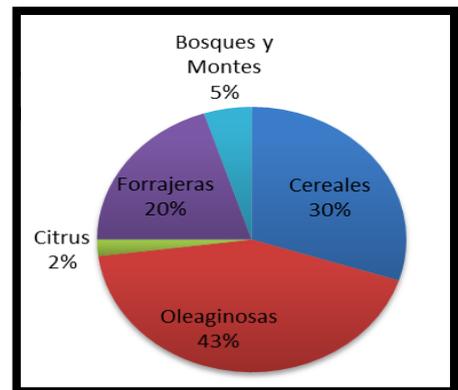


Figura II-13 Superficie utilizada por Tipo de Cultivo  
 FUENTE: INDEC Censo Nacional Agropecuario 2002

<sup>6</sup> Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censo Nacional Agropecuario 2002

Entre las especies forestales se encuentran el eucalipto, el sauce, el álamo, mimbre y el pino. En el caso de los cultivos de cítricos predomina la naranja (representando un 47%), luego la mandarina (que representa un 45%) y el pomelo con un 3%.

Según datos más recientes del INDEC<sup>7</sup>, en Entre Ríos existen 21.206.000 hectáreas con cultivos oleaginosos (representando prácticamente el total sembrado en el año 2002), y unas 12.728.000 hectáreas con cereales.

### II.2.7.5. Industria

La provincia de Entre Ríos muestra un perfil productivo marcadamente agroindustrial: las actividades primarias (agraria) participan con el 20.85% del PBI provincial y el sector manufacturero (procesador de materias primas agropecuarias) reúne el 50% del total de establecimientos de la provincia y genera aproximadamente el 10% del PBI provincial. En conjunto, el campo y la industria relacionada a él, forman alrededor del 30% del producto anual provincial.

Las principales industrias son los frigoríficos, las relacionadas con la citricultura, el arroz, la soja y otros cereales, y la fabricación de muebles. Los parques industriales están presentes en varias ciudades entrerrianas, con un importante desarrollo en los últimos años; destacándose los de Gualeguaychú, Crespo, Concordia y Paraná. Otras ciudades concentran áreas industriales constituidas de manera informal, generalmente en los accesos a la ciudad, como es el caso de San Salvador o General Ramirez.

En la FIGURA II-14 se muestra la ubicación de todos los parques y áreas industriales existentes en la provincia. Como puede observarse, en el departamento Uruguay existe un parque Industrial, en Concepción del Uruguay y un área industrial en Basavilbaso.

La industria frigorífica explota la carne vacuna, ovina y de aves. Se hallan instalados en la provincia frigoríficos mixtos y curtiembres en los departamentos de Concordia, Colón, Gualeguaychú y Paraná, que envasan carne deshuesada y congelada para exportación, conservas y concentrados de carne.

La industria de los cítricos, muy importante para Entre Ríos, produce jugos, aceites especiales, polvos cítricos y forrajes obtenidos con los restos sólidos. Las principales plantas industriales se encuentran cercanas a las zonas de los cultivos.



Figura II-14 Entre Ríos. Áreas y Parques Industriales. FUENTE: Guía Provincial, sector Industria.

<sup>7</sup> Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Total del país. Campañas 2006-07 a 2010-11

La industria molinera es especialmente de cereales, arroz y aceite. Los molinos aceiteros se dedican al procesamiento del lino, ricino o tártago y olivo. La industria del citrus, muy importante, produce fruta fresca para exportación, jugos, aceites esenciales, polvos cítricos y forrajes obtenidos con los restos.

También se destacan las fábricas de productos de metal, productos de minerales no metálicos, actividades de impresión, muebles, productos del caucho, elaboración de jabones y preparados para limpieza, fabricación de medicamentos veterinarios, autopartes y accesorios, fabricación de máquinas de uso general.

#### **II.2.7.6. Turismo**

Entre Ríos actualmente tiene como uno de sus ejes de desarrollo a la actividad turística, es el cuarto destino más visitado a nivel nacional. Sus principales atractivos turísticos son los complejos termales, el turismo rural, la pesca deportiva, el turismo aventura, los carnavales fiestas nacionales y provinciales en distintas localidades a lo largo del año. La provincia promociona en total diez productos turísticos que desarrolla en su sitio web oficial de actualización diaria, garantizando la calidad y veracidad de los datos e información allí brindada.

Las siguientes localidades cuentan con balnearios habilitados sobre ríos o arroyos con servicios para el turista y la mayoría además ofrece la práctica de actividades náuticas: Concepción del Uruguay, Colón, San José, Concordia, Federación, Santa Ana, Gualeguaychú, Victoria, Diamante, Villa Elisa, Valle María y Villa Urquiza. Asimismo, la provincia cuenta con numerosos sitios de interés histórico; entre los que se destaca el Palacio San José, que fuera residencia de Justo José de Urquiza.

Los complejos termales se encuentran en diversas localidades: Concepción del Uruguay, Concordia, La Paz, Federación, Colón, Villa Elisa, Chajarí, María Grande, San José, Victoria, Gualeguaychú, Basavilbaso y otros en proceso de construcción en Diamante y Villaguay.

En varias ciudades se realizan los festejos de carnaval durante los meses de verano, presentando comparsas por la calle y en los corsódromos. Los más destacados son los de Gualeguaychú - Carnaval del País, Victoria, Concepción del Uruguay, Santa Elena, Gualeguay, Concordia, Chajarí y Hasenkamp.

La pesca deportiva con devolución se practica en Concordia, Puerto Yerúa, Federación, Colón, Paraná, Hernandarias, Pueblo Brugo, Piedras Blancas, La Paz, Santa Elena, Victoria, Diamante, General Alvear y Villa Paranacito.

En cuanto a oferta de alojamientos la provincia cuenta con numerosos establecimientos hoteleros, hosterías, posadas, bungalows y cabañas de diferentes categorías distribuidos a lo largo de toda la provincia, dentro de los cuales se encuentran dos hoteles de cinco estrellas uno

ubicado en el corredor del río Paraná, en la ciudad de Paraná y otro en el corredor del río Uruguay, en la ciudad de Colon.

Otros productos turísticos: - turismo rural 68 - turismo aventura 69 - golf 70 - avistaje de aves 71 - eventos y convenciones 72

## II.2.8. Infraestructura

### II.2.8.1. Carreteras

La Provincia de Entre Ríos posee 2830,91 km de ruta pavimentada (red nacional y provincial), siendo las principales rutas las nacionales N° 12, 14, 18 y 127 y las provinciales N° 11, 6 y 39. En la FIGURA II-15 se observa el trazado de las mismas sobre la provincia. Actualmente se encuentra en etapa de construcción la Autovía Mesopotámica. Se extiende a lo largo de 507 kilómetros desde la provincia de Entre Ríos hasta el límite con Brasil, ya cuenta con 465 kilómetros habilitados que constituyen el 90% del total de la obra, tiene actualmente en ejecución los últimos 42 kilómetros que restan para completar la traza.

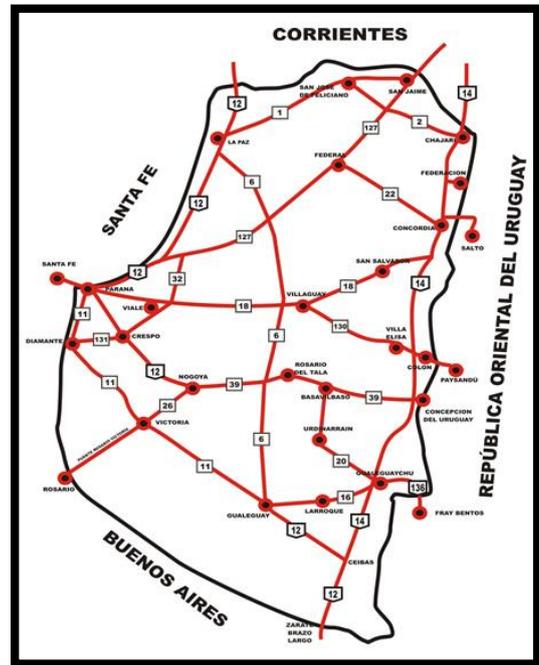


Figura II-15 Entre Ríos. Trazado vial.  
 FUENTE: Portal Turístico Entre Ríos.

Con los tramos finalizados ya se puede transitar la totalidad del territorio entrerriano a través de la Autovía RN N° 14. En Entre Ríos se construyó un total de 343 km de doble calzada, en cinco tramos diferentes, cuatro de ellos divididos a su vez en dos secciones, sumando una inversión total de 2.443.765.362 pesos.

Entre Ríos está ubicada en un corredor estratégico del Mercosur y de la conexión bioceánica sudamericana. Dado que la provincia está rodeada por ríos en todos sus límites, los puentes revisten una gran importancia para la comunicación vial de la provincia con el exterior.

Tres puentes unen a la provincia con la República Oriental del Uruguay, por sobre el río Uruguay. Uno de ellos es el paso internacional "Gualedguaychú-Fray Bentos", que mediante el Puente Libertador General San Martín une la ciudad de Gualedguaychú con la ciudad uruguaya de Fray Bentos. El Puente General Artigas une a la ciudad de Colón con la ciudad uruguaya de Paysandú. Hay también un puente ferroviario sobre la Represa de Salto Grande, que une Concordia con Salto en Uruguay.

Entre los cruces del río Paraná se encuentra el Túnel subfluvial Raúl Uruga – Carlos Sylvestre Bagnis (antes llamado Hernandarias). Por su parte, el puente Rosario-Victoria une Victoria con la ciudad de Rosario. El Complejo Ferroviario Zárate - Brazo Largo, formado por dos puentes sobre los ríos Paraná Guazú y Paraná de las Palmas, denominados General Urquiza

y General Mitre respectivamente, es la principal unión de Entre Ríos con la Provincia de Buenos Aires.

En el límite con la Provincia de Corrientes, hay tres puentes que cruzan el río Guayquiraró en los pasos Telégrafo, Ocampo y Yunque<sup>8</sup>, y uno carretero y otro ferroviario que cruzan el río Mocoretá. Otros dos puentes atraviesan el arroyo Tunas y el ramal Diamante - Crespo - Federal - Curuzú Cuatiá del Ferrocarril General Urquiza pasa por el límite seco entre ambas provincias.

### II.2.8.2. Ferrocarril

Actualmente, en Entre Ríos existen en servicio los ferrocarriles: Ferrocarril Gral. Urquiza, el Gran Capitán, TECNOTREN, un tren que va desde Paraná a C. del Uruguay, y uno que va desde Concordia a Basavilbaso. Todos estos circulan en la llamada red mesopotámica ferroviaria.

Esta red tiene una longitud total de 2739 km y tiene una trocha estándar (1,435 m). Se trata de una red de carga, que cuenta con una importante actividad de transporte de mercadería de distinta naturaleza desde los centros productores de toda la zona mesopotámica hacia los puntos multimodales, donde la carga finaliza su transporte por vía ferroviaria, siendo complementada por vía marítima (en el caso de exportarse) o vial, ésta última a través de pequeñas distancias hasta los destinos finales.

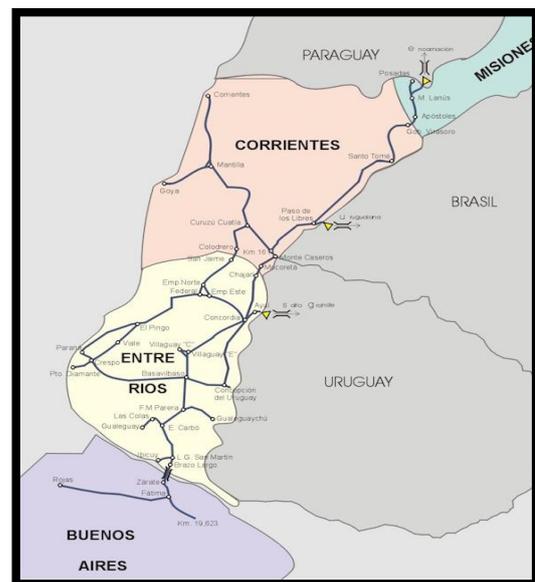


Figura II-16 Trazado Ferroviario de la Mesopotamia.

Como se puede apreciar en la FIGURA II-16, existen conexiones con las redes ferroviarias del Uruguay (sobre la Represa de Salto Grande), del Paraguay (puente Internacional San Roque González de Santa Cruz) y de Brasil (puente Internacional Agustín P. Justo - Getúlio Vargas).

El Ferrocarril General Urquiza (FCGU) es parte de la red ferroviaria argentina. El trazado conecta la ciudad de Buenos Aires con el noreste del país, recorriendo la Mesopotamia argentina, hasta llegar a la ciudad de Garupá, en la provincia de Misiones.

Dentro de la misma red circula el tren de pasajeros llamado “Gran Capitán”. Su servicio inicia en la estación Federico Lacroze, en la localidad conurbana de San Miguel, y finaliza en la localidad de Garupá, en el departamento de posadas. Semanalmente, existen dos viajes desde

<sup>8</sup> Destruído en el año 2000 por una creciente del río

San Miguel a Garupá y dos viajes desde Garupá a San Miguel. En la actualidad, su nivel de servicio se ve muy impactado a causa, principalmente, del mal estado de la red.

Dentro de la provincia, encontramos el TECNOTREN, se trata de una máquina liviana, coche motor Tecnoporte, de tres cuerpos, con capacidad para 110 pasajeros y clase única. Realiza viajes desde Paraná hacia Colonia Avellaneda y Oro Verde, en un total de tres frecuencias de ida y tres de vuelta, recorriendo unos 9 kilómetros en cada viaje.



Figura II-17 FIGURA II-17 – TECNOTREN arribando a la estación de trenes de Oro Verde

También encontramos el tren que va una vez en la semana desde Paraná a C. del Uruguay, y luego desde C. del Uruguay a Paraná. Este tren hace un recorrido de unos 280 kilómetros, pasando y parando en la estación de la localidad de Herrera.

Por último, encontramos el tren desde Concordia a Basavilbaso. Realiza dos viajes de ida y dos de vuelta, recorriendo en cada uno 172 kilómetros.



Figura II-19 Tren Concordia a Basavilbaso



Figura II-18 Tren Paraná a Concepción del Uruguay. Pasando por Herrera.

### II.2.8.3. Puertos

La provincia de Entre Ríos cuenta con tres puertos fluvio-marítimos importantes:

#### II.2.8.3.1. Puerto Ibicuy

Se encuentra en el Km. 218 del río Ibicuy, sobre la margen izquierda a 6 Km. de la confluencia con el río Paraná Guazú, en el Km. 212 de este.

Se vincula con la ruta nacional N° 12, por un camino de ripio de unos 20 kilómetros que empalma con la ruta provincial N° 45. Desde ese punto, existen dos accesos a la ruta nacional N° 12, uno hacia el norte (en dirección a Ceibas), de 18 kilómetros de ripio en reconstrucción, y otro hacia el sur, de 25 kilómetros (en dirección al complejo ferroviario Zárate Brazo Largo).



Figura II-20 Vista Aérea Puerto de Ibicuy

El mismo se encuentra en el Km. 218 del río Ibicuy, sobre la margen izquierda a 6 Km. de la confluencia con el río Paraná Guazú, en el Km. 212 de este.

Cuenta con un muelle de 160 metros de largo por 14 de ancho, construido de hormigón que permite embarcaciones con un calado máximo de 30 pies. La intensidad de la corriente en situación normal es de 8 Km./h.

El sistema de amarre está compuesto por bitas de acero fijadas al muelle de hormigón, en cantidad adecuada, complementado con dos defensas de goma tipo Pirelli - 600.

Posee un sistema de lucha contra incendio compuesto por una bomba con toma al río, con una boca de salida y conexión para mangueras, mientras que el sistema de iluminación lo componen cuatro torres con pantallas dirigidas al sector del muelle.

Como facilidad de almacenaje de mercaderías cuenta con tres galpones de 32 x 12 m. y uno de 46 x 12 m.

Opera principalmente con embarques de maderas, granos y subproductos y productos forestales tales como pasta química de papel y rollizos de eucalipto. También se ha operado en menor medida con cargas de arroz.

En la FIGURA II-20 se puede apreciar una vista aérea del puerto.

#### II.2.8.3.2. Puerto de Concepción del Uruguay

Ubicado sobre el río Uruguay en el km 183 sobre el río Uruguay (32° 25' S - 58° 13' W), se encuentra a estrecha distancia de las zonas de producción de la región, y a 320 kilómetros del puerto de Buenos Aires. Ocupa una superficie de más de 18 hectáreas. En la FIGURA II-21 se observa una vista del mismo.

Se accede al mismo tanto por ruta, por acceso fluvial como por vías férreas.

Por ruta se accede desde la ruta nacional 14, a través de un acceso de tránsito específico que permite llegar hasta el puerto en sólo 22 minutos a la velocidad normal de un vehículo cargado. Se encuentra interconectado con todo el sistema de carreteras nacionales, vinculando así las diversas economías regionales y centros de consumo.

El acceso fluvial es desde el Río de la Plata, Río Uruguay, Dársena Interior (en Riacho Itapé). El acceso exterior tiene 80 metros de ancho y 1.300 metros de longitud. El Acceso Interior tiene 60 metros de ancho y 1.200 metros de longitud.

Por vías férreas, el ferrocarril accede directamente al área portuaria, recorriéndola integralmente y posibilitando la carga y descarga al elevador terminal directamente desde los vagones del tren. La red ferroviaria, de 7.534 metros, cubre toda la superficie del puerto, con ramales a todas las áreas de trabajo. Esta "parrilla" férrea está unida a la línea del Ferrocarril Mesopotámico.



Posee un elevador posee Figura II-21 Vista del Puerto de Concepción del Uruguay

una capacidad de almacenaje de 21.000 toneladas, con 18 silos y diez entresilos, y una capacidad de trabajo de 1.000 toneladas de hora/carga.

Respecto a la capacidad total de almacenaje, el puerto cuenta con 7 depósitos de construcción de primera calidad, con casi 20.000 metros cuadrados de superficie cubierta, y una capacidad de almacenamiento de 57.000 toneladas. También posee plazoletas para maniobras y/o depósitos temporales, que ocupan otros 20.000 metros cuadrado y poseen accesos pavimentados.

El dragado a 23 pies al cero, que posibilita un calado efectivo de 31 pies, permite la operatoria de buques de hasta 225 metros de eslora.

La cercanía del mismo a los lugares de producción de la región, posibilita exportar la producción mesopotámica y de países vecinos. Debe destacarse su proximidad a parques industriales en actividad y desarrollo, como los de Gualeguaychú, Concordia y Concepción del Uruguay.

Es el puerto argentino de mayor participación en el rubro rollizos de eucalipto, soja, arroz elaborado e integral, con aproximadamente 813 mil toneladas, y también muestra grandes volúmenes de movimiento en madera, trigo, maíz, combustible, contenedores, arena y canto rodado.

### II.2.8.3.3. Puerto Diamante

Ubicado en el km 533 de la margen izquierda del Río Paraná, se puede observar una vista aérea en la FIGURA II-22.

La llegada y salida de los buques a la estación fluvial - marítima se ve facilitada por un canal navegable durante todo el año de 1.200 m de largo y un ancho de 120 m, permitiendo la operación a embarcaciones de hasta 30 pies de calado máximo y la mínima varía según las bajantes del Paraná.

Las embarcaciones de 235 metros de eslora amarran en el muelle sin ayuda de remolcador y las menores de 110 metros salen sin ningún tipo de ayuda. Cabe acotar que pueden operar simultáneamente tres buques, y otros tantos esperar fondeados en rada.

Posee una rada ubicada sobre el Km. 529, margen izquierda del Río Paraná.

La firma que opera el elevador Puerto Diamante S.A. de Cargill, concentra el 90 % de la actividad.

La red vial cumple un rol importante para el puerto. Significa el final de un derivador de tránsito que tiene la provincia como es la Ruta número 12 que une las localidades de El Pingo, María Grande, Sosa, Tabossi, Seguí, Crespo y Diamante.



Figura II-22 Vista Aérea Puerto de Diamante.

A este derivador confluyen, comenzando en la

Ruta 12, las Rutas 127 de Paso de los Libres, 18 de Concordia, 39 de Concepción del Uruguay y 11 de Gualeguaychú; transformándose así en un moderno cinturón que evita congestionar el tránsito vehicular y absorbe al mismo tiempo el gran tráfico de carga que se prevé para los próximos años dentro de la provincia. Además desde hace algunos años se realizan gestiones para la rehabilitación del Ramal Crespo - Puerto Diamante, de suma importancia para los sectores productivos, pues vincula todo el territorio provincial con el puerto cerealero más importante de la Mesopotamia. El puerto incrementó su actividad y cambió el predominio de los embarques de madera por los de cereales y trabaja más de 870.000 toneladas anuales de maíz, soja y trigo.

Por otro lado, el Ente Autárquico de Puerto Diamante está planeando desarrollar un complejo portuario de tercera generación en la isla Don José que está ubicada frente al puerto local cuya terminal actualmente mueve más de 1.200.000 toneladas anuales.

Cerca de 40 hectáreas hay disponibles en la mencionada isla donde se levantaría la futura zona portuaria. A esto hay que agregar la posibilidad de operar con embarcaciones

ultramarinas sobre el canal principal del río Paraná aprovechando las condiciones naturales de la Hidrovía Paraguay - Paraná.

Se trata de crear una zona exclusiva para el desarrollo industrial, lo suficientemente amplia como para llevar a cabo las operaciones de carga y almacenaje, una zona competitiva en cuanto a costos puesto que se evitarían los gastos en dragado o en uso de remolcadores y facilitarían las operaciones de carga y descarga simultáneas.

#### **II.2.8.3.4. Aeropuertos**

Entre Ríos cuenta con tres aeropuertos importantes para los diferentes traslados. El principal es el Aeropuerto General Justo José de Urquiza, ubicado a 10 Km. de la ciudad de Paraná, al oeste de la provincia y sus vuelos tienen carácter internacional. Como sede del gobierno provincial, es una ciudad cosmopolita, turística y en ella se realizan importantes eventos y convenciones, por lo que el aeropuerto tiene una agitada actividad semanal. Para ello, ofrece vuelos periódicos siendo los más solicitados los de los días lunes y viernes, por motivos laborales. Opera con vuelos directos con el Aeroparque Jorge Newbery, de la ciudad de Buenos Aires. Ocupa un predio de 425Ha, donde posee entre otras instalaciones, una aerostación de 3400 m<sup>2</sup> y una pista de pavimento flexible de 2100m de longitud por 45m de ancho.

En segundo lugar en cuanto a su importancia se encuentra el Aeropuerto Comodoro Pierrestegui de Concordia, al noreste de la provincia. Concordia ofrece a Entre Ríos algunos vuelos menos frecuentes, presta servicios a Buenos Aires, Corrientes y otras localidades de Entre Ríos. Este aeropuerto de cabotaje ocupa un predio de 94Ha, con una aerostación de 257m<sup>2</sup>, la pista es de pavimento flexible de 1600m de longitud por 30m de ancho.

La tercera posibilidad de contratar aéreos es el destino de Gualeguaychú, a través de la línea LAER<sup>9</sup>, que ofrece salidas entre Capital Federal y la ciudad de Gualeguaychú, gran centro turístico del sudoeste de la provincia.

Además, en la Provincia existen 13 aeródromos menores, todos de carácter público.

#### **II.2.8.4. Energía Eléctrica**

Integrada al Sistema de Interconexión Nacional, Entre Ríos posee una importante central de generación de energía, como es el Complejo Hidroeléctrico de Salto Grande.

El Complejo está formado por una presa central de hormigón de 852m de largo y dos presas de tierra, de 786 metros sobre la costa Uruguay y 849 metros de longitud en la margen Argentina. Para su construcción se utilizaron 60.000 toneladas de hierro y 1.500.000 m<sup>3</sup> de hormigón. En la parte superior de la represa, llamada coronación, se encuentra el Puente Internacional Ferrovial que une las ciudades de Salto y Concordia.

La capacidad total de evacuación es de 61.560 m<sup>3</sup>/seg. Pero por el vertedero, pasan más de 58.000 m<sup>3</sup>/seg. El caudal histórico del río es de 4.700 m<sup>3</sup>/seg, siendo la capacidad de

---

<sup>9</sup> Líneas Aéreas de Entre Ríos

turbinado de Salto Grande de unos 8.400 m<sup>3</sup>/seg. Cuando se supera este caudal, es necesario abrir el vertedero central de 19 compuertas radiales de accionamiento hidráulico, para evacuar el excedente. La central está equipada con 14 generadores accionados por turbinas tipo Kaplan, dispuestos en dos salas de máquinas gemelas con sus correspondientes salas de mando.

La central cuenta con una potencia instalada de 1890MW, con un suministro total de 5.444.000 MWH, de los cuales correspondió a la Argentina casi el 60%, participando con un 40% de la comercialización en el mercado nacional.

De Salto Grande surgen líneas de transmisión de 500kv que llegan a estaciones transformadoras en la misma Salto Grande, en Colonia Elía y en Santo Tomé, provincia de Santa Fe, en lo que a Entre Ríos interesa. Esas tres estaciones transformadoras son los puntos de ingreso de la energía eléctrica que sirve a la red en nuestra provincia: 156 MW de Salto Grande, 117 MW de Colonia Elía y 97 MW de Santo Tomé.

A partir del 3 de mayo de 2005 mediante disposición del Gobierno de la Provincia de Entre Ríos, nace ENERSA<sup>10</sup>, a quien se otorga la concesión para la prestación del Servicio Público de Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica en el área de cobertura correspondiente. Allí distribuye y comercializa electricidad a más de 307.659 clientes en su área de concesión, concentrando el 71% del mercado de distribución de energía de toda la provincia. El restante 29% se encuentra atendido por 18 cooperativas eléctricas a las que a su vez ENERSA también brinda servicio.

De este modo, ENERSA tiene a su cargo el transporte y distribución de energía eléctrica en un área de 56.300 km<sup>2</sup> en todo el territorio de la Provincia de Entre Ríos.

Dentro de la infraestructura de la empresa se puede mencionar:

|  |                   |
|--|-------------------|
| Líneas de Alta Tensión (132kV)                         | 1.031 kilómetros  |
| Líneas de Media Tensión (33kV / 13,2kV)                | 10.109 kilómetros |
| Líneas de Baja Tensión (380V / 220V)                   | 4.821 kilómetros  |
| Estaciones Transformadoras (Alta / Media Tensión):     | 18 unidades       |
| Subestaciones Transformadoras (Media / Media Tensión): | 83 unidades       |
| Puestos de transformación Media / Baja Tensión:        | 8.886 unidades    |

#### **II.2.8.5. Gas natural**

El proyecto de Desarrollo Gasífero en la provincia de Entre Ríos integró a la misma al Sistema Interconectado de Gasoductos del país a partir de la realización del Gasoducto Subfluvial que cruza el Río Paraná y continúa con el Gasoducto Troncal Entrerriano, que está a cargo de la Licenciataria de transporte, Transportadora de Gas del Norte S.A.

El abastecimiento de gas a nuestra provincia tiene su origen en los yacimientos de la Cuenca Neuquina y Noroeste, siendo transportado a través de los gasoductos Centro-Oeste y

---

<sup>10</sup> Energía de Entre Ríos, Sociedad Anónima

Norte hasta la zona de la ciudad de Aldao (Prov. de Santa Fe) donde nace el cruce subfluvial del río Paraná, el mismo cuenta con una longitud aproximada de 33 Km.

De los gasoductos troncales (enterrriano y del MERCOSUR) derivan gasoductos de aproximación que alimentan a 48 plantas reductoras de presión que a su vez abastecerán las redes del tendido urbano a sendas localidades. A diferencia del tendido troncal, en las aproximaciones se utilizan los préstamos de rutas o caminos vecinales. En total se completan 845 Km. en distintos diámetros que van desde 2" a 8".

La construcción de las redes de distribución estuvo a cargo de la Empresa Gas NEA S.A.<sup>11</sup>, licenciataria de Distribución de Gas por Redes en la Novena Región que abarca las provincias de Entre Ríos, Corrientes, Misiones, Formosa y Chaco. Gas NEA S.A es la actual distribuidora de gas que opera en Entre Ríos.

El nacimiento de Gas NEA S.A. se genera con el Decreto del Poder Ejecutivo Nacional N° 853/95 del 22 de Junio de 1995, a través del cual el Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos de la Nación convocó a una Licitación Pública Nacional e Internacional para el otorgamiento de una Licencia de distribución de gas por redes en las provincias de Chaco, Formosa, Corrientes, Misiones y Entre Ríos, zona denominada “Novena Región”.

Con fecha 26 de Junio de 1997 el Poder Ejecutivo Nacional formalizó la adjudicación de la Licencia mencionada por un período de 35 años con opción a 10 más, al Consorcio integrado por las empresas Gaseba S.A. y Gas del Sur S.A. (grupo Gaz de France), Emprigas S.A. (grupo Benito Roggio) y Bidas S.A.P.I.C., constituyéndose la compañía licenciataria denominada Distribuidora de Gas NEA Mesopotámica S.A. (hoy Gas NEA S.A.), de acuerdo a lo establecido en el Pliego de Bases y Condiciones de la Licitación llevada a cabo.

### **II.3. Gualeguaychú**

.La información que se presenta fue extraída del Proyecto Final de Ingeniería Civil “Re-funcionalización Predio ex Frigorífico Gualeguaychú”. (Autores: Bocalandro, Pablo; Gonzáles, Emilio; Gonzáles, Federico. Año 2013. UTN-FRCU).

La ciudad de Gualeguaychú, cabecera del departamento homónimo, está ubicada al sureste de la provincia de Entre Ríos a -32° 30 de latitud y 58° 33 de longitud. Se encuentra emplazada a orillas del río Uruguay, a 230 km de Buenos Aires y a 30km de la República Oriental del Uruguay. Se puede acceder desde diferentes puntos del país utilizando las Rutas Nacionales N° 12, 14 y 136. Desde Uruguay se logra llegar a través del Puente Internacional Libertador San Martín, que une a la ciudad con la localidad de Fray Bentos del país vecino.

---

<sup>11</sup> Gas del Noreste Argentino, Sociedad Anónima.

En base a datos extraídos del Censo Nacional de Población y Vivienda de 2010, la población total del departamento Gualeguaychú es de 109.461 habitantes representan un 8.8% de la población entrerriana, con una densidad cercana a la media provincial.

Desde el punto de vista municipal, en la ciudad de Gualeguaychú se contabilizaron 81.421 habitantes. La misma concentra el 74% de la población del departamento.

Gualeguaychú cuenta con un atractivo paisaje litoraleño, con un relieve caracterizado por colinas de escasa altura, 60 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una zona de amplias costas del río de igual nombre y del río Uruguay, más al sur de la ciudad.

El clima de la región pertenece a la categoría de templado pampeano, con una temperatura promedio de 18° C, con máximas de 32° C en época estival y mínimas de 5° C durante el período invernal.

Gualeguaychú cuenta con los siguientes accesos:

- Acceso Norte, prolongación de Ruta Prov. N° 20, lo conecta con el centro de la Provincia.
- Acceso a Puente Internacional Gral. San Martín, Ruta Nacional N° 136, vinculación con la R.O.U.
- Acceso Oeste, que vincula a la ciudad con la Ruta Nac. N°14, vía de comunicación con Buenos Aires y con el Norte de la Mesopotamia.
- Acceso Sur, prolongación de Ruta Prov. N° 16, que lo vincula con el Oeste de la provincia y es la intersección con la Ruta Nac. N°14.
- Acceso Noroeste, prolongación de la Ruta Nac. N°136 hasta su intersección con la Ruta Nac. N°14.

La ciudad cuenta con un Aeródromo con pista pavimentada y controles de navegación a cargo de la Fuerza Aérea Argentina, ubicado estratégicamente a la vera de la Ruta 14, en la entrada de la ciudad y frente al Parque Industrial Gualeguaychú.

La ciudad cuenta con numerosas empresas de transporte de carga y pasajeros. La nueva terminal de ómnibus se encuentra ubicada en el extremo Suroeste de la planta urbana, a la vera del acceso sur.

La cercanía con la Capital Federal facilita la provisión de toda clase de insumos y la mayor parte de la materia prima es de origen local o regional.

Una de las principales actividades económicas de Gualeguaychú es el turismo, a partir del denominado “Carnaval del País”, que se desarrolla anualmente, convocando visitantes de toda Argentina y del exterior. Pero también es una región con numerosos establecimientos ganaderos, importantes instalaciones de tambos y emprendimientos avícolas. Los principales cultivos en la zona norte y centro del departamento son de arroz y de maíz, y en menor medida de sorgo. Otra actividad con desarrollo considerable es la horticultura bajo cubierta y al aire

libre. A orillas del arroyo Gualeyán, se desarrolla la cría de cabras que tiene como mercado interno los exclusivos restaurantes de Recoleta y Puerto Madero, apareciendo también como potenciales mercados: Marruecos, Alemania, España, Francia, Japón y Arabia Saudita.

El Parque Industrial Gualeguaychú, es otra actividad que se destaca. Su organización interna y funcionamiento le ha otorgado cierto prestigio, traducido en la nueva radicación de emprendimientos fabriles. Alentado por su estratégica ubicación geográfica, en el camino a los países del Mercosur, y beneficios impositivos. En el lugar funcionan fábricas de detergente de silicatos, secado de madera, reciclado de papel, reciclado de plásticos, pastillas potabilizadoras de agua, entre otras.

### **II.3.1. Historia**

La ciudad de Gualeguaychú toma su nombre del río que la vio nacer. Su nombre es una deformación de la palabra guaraní *yaguar* (tigre), *í* (río) y *guazú* (grande). “Río del tigre grande”.

#### **II.3.1.1. Antecedente y Fundación**

En su territorio habitaban desde tiempos prehispánicos grupos pertenecientes a los pueblos chaná, charrúa y guaraní.

A partir del siglo XVII, representantes españoles de Santa Fe y Buenos Aires dieron permiso de posesión en estas tierras a colonos que fundaron precarios establecimientos rurales en continua disputa con las tribus originarias. Estos conflictos resultaron en una serie de campañas de exterminio y esclavización de los indígenas que fueron diezmados a mediados del siglo XVIII.

En las décadas finales de ese siglo, aumentó el número de los pobladores dispersos en la región provenientes de Buenos Aires, Santa Fe y de las reducciones jesuíticas (expulsados por los españoles y atacadas por los portugueses). Estos habitantes desarrollaron una economía de subsistencia y tuvieron conflictos con los colonos latifundistas ya asentados allí desde décadas atrás.

Hacia 1770 se había formado un asentamiento alrededor de una capilla al sur del actual Gualeguaychú.

En diciembre de 1777 fue nombrado el estanciero Esteban Justo García de Zúñiga, como “comandante de los partidos de Gualeguaychú, Gualeguay y Uruguay”.

En 1779 el obispo de Buenos Aires Malvar y Pinto visitó la zona y al ver la situación precaria de los pequeños propietarios frente a los estancieros y las incursiones portuguesas decide informar de esto al virrey (también asciende la capilla que existía desde 1764 al grado de parroquia).

En 1782 el virrey Vértiz comisionó al sargento mayor de Dragones de Almanza Tomás de Rocamora para que organice a los pobladores dispersos en la región en villas.

Rocamora fundó tres villas en el sur de Entre Ríos: Gualeguay, Concepción del Uruguay y Gualeguaychú.

De acuerdo con las leyes de las Indias, desbrozó el terreno, realizó la mensura, asignó los lugares públicos y los 85 solares para los primitivos pobladores en forma de damero; plantó rollo fundacional en la plaza, eligió el Santo Patrono y dispuso terrenos para edificios públicos y religiosos.

La fundación se realizó el 18 de octubre de 1783 bajo el nombre de Villa San José de Gualeguaychú. El 18 de octubre de 1783 se formó el Primer Cabildo.

### **II.3.1.2. Crecimiento de la ciudad**

Poco a poco el caserío de ranchos de adobe y paja fue dando lugar a casas de ladrillo. Se construyeron los edificios para albergar la nueva parroquia y la comandancia. Durante los años de anarquía entre 1810 y 1853, Gualeguaychú fue varias veces lugar de paso para ejércitos. En 1845, soldados al mando de Giuseppe Garibaldi saquearon la villa. La isla Libertad en el río Gualeguaychú frente a la ciudad fue lugar de reunión de Justo José de Urquiza cuando organizaba el Ejército Grande.

En 1836 se terminó la Catedral San José frente a la actual Plaza Constitución. Cuya construcción comenzó en 1807.

El 4 de noviembre de 1851 fue elevada a la categoría de ciudad, por decreto del entonces gobernador Justo José de Urquiza. A medida que crecía, fue necesario trasladar el cementerio de la zona de la plaza a un terreno ubicado a 1,2 Km hacia el oeste.

En 1863 se construyó un muelle sobre el río Gualeguaychú lo que mejoró la comunicación con el resto del país en una época donde los caminos por tierra eran malos.

Ese mismo año se comenzó a construir una nueva parroquia (apadrinada por el gobernador Urquiza).

En las décadas siguientes numerosos grupos de inmigrantes españoles, italianos, alemanes, judíos y franceses se asientan en la ciudad y zonas aledañas.

En 1890 llegó un ramal del FF.CC. Central Entrerriano, se construyeron edificios públicos como el teatro, la jefatura de policía, la municipalidad, la sociedad rural, los tribunales y varias escuelas y viviendas numerosas

### **II.3.1.3. Siglo XX**

Durante las primeras décadas del siglo XX Gualeguaychú siguió creciendo alcanzando los 18.000 habitantes en 1914. Se diversifica la economía. Se instalan molinos cerealeros. La actividad comercial comenzó a ser importante nucleándose en la calle 25 de Mayo. Esto sumado a la importancia del puerto, hizo que la ciudad se expandiera más allá de la plaza mayor (ahora llamada Plaza San Martín) que había centralizado las actividades en los orígenes.

Se culminaron las obras en la parroquia. Se adoquinaron varias calles y se instaló el alumbrado eléctrico.

En la década de 1920 se acondicionó el Parque Unzué y fue construido un puente sobre el río Gualeduaychú lo que facilitó a los habitantes el uso de la otra orilla del río.

En 1929, se ubicó en la zona sur de la ciudad donde antes había saladeros, el Frigorífico Gualeduaychú que fuera el motor de la economía de la ciudad casi medio siglo hasta su cierre en los 80’.

A la vera del río se construyó una avenida costanera y se reformaron las instalaciones del puerto.

En 1974 se crea el Parque Industrial Gualeduaychú y en 1976 se inaugura el Puente Internacional.

En décadas siguientes se multiplicaron los ingresos desde el sector turístico y el ejido urbano creció considerablemente.

#### **II.3.1.4. Actualidad**

Quizás el hecho actual más significativo que elevó la ciudad de Gualeduaychú a la primera plana de la opinión pública nacional e internacional, fue el conflicto por la instalación de plantas de celulosa en la República Oriental del Uruguay.

En las proximidades del Puente Internacional y a 2 Km de la ciudad de Fray Bentos, el Gobierno uruguayo del presidente Jorge Batlle, autorizó la instalación de dos plantas de producción de pasta de celulosa, a las firmas Botnia (Finlandia) y ENCE (España), sobre el río Uruguay. Las empresas sostienen que la fabricación de su producto, se corresponde con los más altos estándares internacionales de protección contra la polución ambiental y hacia los empleados. Sin embargo muchos gualeguaychuenses aseguran que se verán perjudicados por contaminación. Este ha sido el principal punto de conflicto entre Argentina y Uruguay.

El hecho generó un conflicto diplomático entre ambos países luego de que muchos vecinos reunidos bajo una “Asamblea Ciudadana Ambiental de Gualeduaychú” de la ciudad argentina del mismo nombre, decidieran cortar el tránsito por el puente San Martín, dejando de lado las normas que respetan los acuerdos adoptados por todos los países del MERCOSUR, por sentirse afectados sus derechos al ser el río binacional y no ser ellos consultados, afectando dramáticamente el comercio y el turismo de la ciudad y del Uruguay en general.

El conflicto finalizó tras la firma, el 30 de agosto de 2010 en Montevideo, de un acuerdo para conformar un “comité científico” en el seno de la Comisión Administradora del Río Uruguay.

#### **II.3.2. Datos Demográficos**

Los datos demográficos del departamento Gualeduaychú comparados con los valores de los principales departamentos y de la provincia se indican en la Tabla N° II-5. Aquí se indica la población y densidad, comparando los resultados de los últimos dos censos obteniendo la variación entre ambos.

Se aprecia la importancia del departamento Gualeguaychú en la provincia, ya que al comparar poblaciones se ubica como el tercero en importancia. La ciudad de Gualeguaychú según el censo 2010 registró 81.241 habitantes, ubicándose como tercera localidad en importancia a escala provincial.

De los datos del censo 2010 del INDEC se obtuvo la siguiente información del departamento Gualeguaychú y se muestran la Tabla N° II-6.

| Provincia de Entre Ríos y sus principales departamentos, población, superficie, densidad y variación. Años 2001 - 2010 |                        |                               |  |                        |                               |  |  |
|--|------------------------|-------------------------------|--|------------------------|-------------------------------|--|--|
| Departamento   | Año                    |                               |  |                        |                               |  | Porcentaje de variación<br>entre 2001 y 2010 |
|  | 2001                   |                               |  | 2010                   |                               |  |  |
|  | Población (habitantes) | Superficie (Km <sup>2</sup> ) | Densidad (habitantes/Km <sup>2</sup> ) | Población (habitantes) | Superficie (Km <sup>2</sup> ) | Densidad (habitantes/Km <sup>2</sup> ) |  |
| Paraná   | 319.614                | 4.974                         | 64,3                                   | 340.861                | 4.974                         | 68,5                                   | 6,65%  |
| Concordia  | 157.219                | 3.259                         | 48,2                                   | 169.459                | 3.259                         | 52,0                                   | 7,79%  |
| Gualeguaychú   | 101.350                | 7.086                         | 14,3                                   | 109.266                | 7.086                         | 15,4                                   | 7,81%  |
| Uruguay  | 94.070                 | 5.855                         | 16,1                                   | 100.854                | 5.855                         | 17,2                                   | 7,21%  |
| <b>Total</b>   | <b>1.158.147</b>       | <b>78.781</b>                 | <b>14,7</b>                            | <b>1.236.300</b>       | <b>78.781</b>                 | <b>15,7</b>                            | <b>6,75%</b>                                 |

Tabla II-5 Población, superficie, densidad y variación (INDEC)

| Provincia de Entre Ríos, departamento Gualeguaychú. Población total por sexo e índice de masculinidad, según edad en años simples y grupos quinquenales de edad. Año 2010. |                 |               |               |                        |
|--|-----------------|---------------|---------------|------------------------|
| Edad   | Población total | Sexo          |               | Índice de masculinidad |
|  |                 | Varones       | Mujeres       |                        |
| <b>Total</b>   | <b>109.461</b>  | <b>53.460</b> | <b>56.001</b> | <b>95,5</b>            |
| 0-4  | 8.890           | 4.518         | 4.372         | 103,3                  |
| 5-9  | 9.190           | 4.605         | 4.585         | 100,4                  |
| 10-14  | 9.583           | 4.895         | 4.688         | 104,4                  |
| 15-19  | 9.115           | 4.594         | 4.521         | 101,6                  |
| 20-24  | 7.905           | 3.998         | 3.907         | 102,3                  |
| 25-29  | 7.987           | 3.994         | 3.993         | 100,0                  |
| 30-34  | 8.211           | 4.056         | 4.155         | 97,6                   |
| 35-39  | 7.343           | 3.690         | 3.653         | 101,0                  |
| 40-44  | 6.370           | 3.102         | 3.268         | 94,9                   |
| 45-49  | 6.443           | 3.224         | 3.219         | 100,2                  |
| 50-54  | 5.917           | 2.886         | 3.031         | 95,2                   |
| 55-59  | 5.501           | 2.703         | 2.798         | 96,6                   |
| 60-64  | 4.946           | 2.350         | 2.596         | 90,5                   |
| 65-69  | 3.929           | 1.790         | 2.139         | 83,7                   |
| 70-74  | 3.088           | 1.321         | 1.767         | 74,8                   |
| 75-79  | 2.312           | 897           | 1.415         | 63,4                   |
| 80-84  | 1.534           | 509           | 1.025         | 49,7                   |
| 85-89  | 812             | 242           | 570           | 42,5                   |
| 90-94  | 310             | 74            | 236           | 31,4                   |
| 95-99  | 67              | 11            | 56            | 19,6                   |
| 100 y más  | 8               | 1             | 7             | 14,3                   |

Tabla II-6 Composición poblacional. Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010)

### **II.3.3. Turismo**

La ciudad se encuentra a 235km de la ciudad de Buenos Aires, a 260 km de la localidad de Rosario y a 315km de Santa Fe, los cuales se encuentran entre los principales conglomerados urbanos de la República Argentina. Existe una demanda estacional (verano), con un movimiento de personas que alcanza los 400.000, fundamentalmente de Capital Federal, Provincia de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba, atraídos por el Carnaval y las playas de la ciudad.

#### **II.3.3.1. Carnaval**

El Corsódromo de la Ciudad de Gualeguaychú fue inaugurado en 1997 y posee una capacidad de 35.000 espectadores. El Carnaval del País es considerado el espectáculo a cielo abierto más grande de la Argentina y el tercer mejor carnaval en el mundo luego de Río de Janeiro y Venecia. El show está formado por cinco comparsas pertenecientes a distintos clubes y centros sociales y deportivos de la ciudad, entre las cuales compiten cada año tres de ellas (Las 2 últimas de cada año “descienden” y esperan al próximo) desfilando por el Corsódromo con imponentes vestuarios y carrozas con una inversión que ronda los 500.000 dólares cada una. Ellas son Papelitos (Club: Juventud Unida), Marí-Marí (Club: Central Entrerriano), O’Bahía (Club: Pescadores), Kamarr (Centro Sirio Libanés) y AráYeví (Club: Tiro Federal).

#### **II.3.3.2. Playas**

En Gualeguaychú encontramos playas en la costa del río homónimo. Por ejemplo: Casta Azul; Balneario Municipal (Parador Uno); Parador Morena; Solar del Este; Punta Sur; Costa Alegre; Puerta del Sol y Papaya). También en las costas del Arroyo Gualeyán encontramos balnearios privados o públicos como por ejemplo: Los Algarrobos; Los Pinos. En la vera del río Uruguay encontramos el Balneario-Camping Ñandubaysal.

Todas las playas cuentan con los servicios básicos: energía eléctrica, agua potable, sanitarios, iluminación y comunicaciones. Además: cantina, zona de camping, juegos y atracciones. En general con un estado de conservación aceptable y mantenimiento permanente, más aun en verano cuando ocurre la afluencia de público.

#### **II.3.3.3. Termas**

El complejo Termas del Gualeguaychú, cuenta con un predio de 20 hectáreas, ubicado en el kilómetro 2.5 de la Ruta 42. El predio cuenta con 6 piletas, drugstore, kiosco, alquiler de batas y sillas, Internet, teléfono, comedor y parrilla. Vale destacar que se trata de un emprendimiento reciente por lo que las instalaciones se encuentran en muy buen estado; el predio cuenta con movimiento constante y en continuo crecimiento

### **II.3.4. Datos Climáticos**

Estos datos climáticos históricos de Gualeguaychú se registraron durante el año 2010, con medias anuales, medias mensuales y datos ampliados para un día.

Los datos fueron reportados por la estación meteorológica ubicada en el aeródromo de la ciudad.

Latitud: -33 | Longitud: -58.61 | Altitud:23

Medias y totales anuales

En el Tabla N° II-7 se muestran los valores de lluvias obtenidos en la estación pluviométrica que se encuentra en la municipalidad de Gualeguaychú para el año 2010.

|  <b>PLANILLA DE PRECIPITACION DIARIA</b>  |             |                                     |             |              |              |            |             |             |             |             |              |             |
|---|-------------|-------------------------------------|-------------|--------------|--------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| Dirección de Hidráulica de Entre Ríos<br>Departamento de Hidrología y Ordenamiento de Cuencas<br>División Aguas Superficiales<br>(Red Hidrometeorológica)   |             | Fecha Emisión: 08/05/2014           |             |              |              |            |             |             |             |             |              |             |
| Cod.Estación: C507  |             | Nombre Estación: ESTACION VERONESSI |             |              |              |            |             |             |             |             |              |             |
| Localidad: GUALEGUAYCHU (ENTRE RIOS)  |             | Dpto.: GUALEGUAYCHU                 |             |              |              |            |             |             |             |             |              |             |
| Cuenca: GUALEGUAYCHU  |             | Año: 2013                           |             |              |              |            |             |             |             |             |              |             |
| Día   | Ene         | Feb                                 | Mar         | Abr          | May          | Jun        | Jul         | Ago         | Sep         | Oct         | Nov          | Dic         |
| 1   |             |                                     |             |              |              |            |             |             |             |             | 49.0         |             |
| 2   |             | 10.0                                | 32.0        |              | 40.0         |            |             | 6.0         |             |             | 2.0          |             |
| 3   |             |                                     |             |              | 74.0         |            |             |             |             |             |              | 6.5         |
| 4   |             |                                     |             |              |              |            |             |             |             | 2.0         |              |             |
| 5   | 4.0         |                                     |             |              |              |            |             |             |             |             |              |             |
| 6   |             |                                     |             |              |              |            | 9.0         |             |             |             |              |             |
| 7   |             |                                     |             |              |              |            |             |             |             |             |              |             |
| 8   |             |                                     |             |              |              |            |             | 25.0        |             |             | 36.0         |             |
| 9   |             |                                     |             |              |              |            |             |             | 5.0         |             |              | 15.0        |
| 10  |             |                                     |             |              |              |            | 6.0         |             |             | 15.0        |              |             |
| 11  |             |                                     | 5.0         | 68.0         |              |            |             |             |             | 19.0        | 13.0         |             |
| 12  |             |                                     |             |              |              |            | 29.0        |             |             |             |              |             |
| 13  |             | 17.0                                |             |              |              |            |             |             | 21.0        |             |              |             |
| 14  |             |                                     |             |              |              |            |             |             | 11.0        |             |              |             |
| 15  |             |                                     |             |              | 1.5          |            |             |             |             |             | 14.0         |             |
| 16  |             |                                     |             |              |              |            |             |             | 12.0        |             |              | 9.0         |
| 17  | 28.0        |                                     |             |              |              |            |             |             | 3.0         |             |              |             |
| 18  |             | 0.5                                 |             |              |              |            | 4.0         |             |             |             |              |             |
| 19  |             | 11.0                                |             |              |              |            |             |             |             |             |              |             |
| 20  |             |                                     | 14.0        |              | 9.0          |            |             |             |             |             |              |             |
| 21  |             | 10.5                                | 7.5         |              |              |            |             |             |             | 8.0         |              |             |
| 22  |             |                                     |             |              |              |            |             |             |             |             |              |             |
| 23  |             |                                     |             |              |              |            |             |             | 8.0         |             |              |             |
| 24  | 1.5         |                                     |             |              |              |            |             |             |             |             |              |             |
| 25  | 22.0        | 15.5                                |             |              |              |            |             |             |             |             |              |             |
| 26  |             |                                     |             |              |              |            |             |             |             | 37.0        |              |             |
| 27  |             |                                     |             |              |              |            |             |             |             |             | 72.0         | 24.0        |
| 28  |             |                                     |             |              | 7.0          |            |             |             |             |             |              |             |
| 29  |             |                                     |             | 80.0         | 2.0          |            |             |             |             |             |              |             |
| 30  |             |                                     |             |              |              |            |             |             |             |             |              |             |
| 31  |             |                                     |             |              |              |            |             |             |             | 10.0        |              | 45.0        |
| <b>TOTAL</b>  | <b>55.5</b> | <b>64.5</b>                         | <b>58.5</b> | <b>148.0</b> | <b>133.5</b> | <b>0.0</b> | <b>48.0</b> | <b>31.0</b> | <b>60.0</b> | <b>91.0</b> | <b>186.0</b> | <b>99.5</b> |
| <b>Ppt.Máx.</b>   | <b>28.0</b> | <b>17.0</b>                         | <b>32.0</b> | <b>80.0</b>  | <b>74.0</b>  | <b>0.0</b> | <b>29.0</b> | <b>25.0</b> | <b>21.0</b> | <b>37.0</b> | <b>72.0</b>  | <b>45.0</b> |
| <b>Días c/ ppt</b>  | <b>4</b>    | <b>6</b>                            | <b>4</b>    | <b>2</b>     | <b>6</b>     |            | <b>4</b>    | <b>2</b>    | <b>6</b>    | <b>6</b>    | <b>6</b>     | <b>5</b>    |

Tabla II-7 Valores de las precipitaciones caídas en el año 2013 (Fuente: Dirección Hidráulica de Entre Ríos)

Para la realización de los cálculos de las medias anuales se han utilizado datos de 365 días (100% del año).

- Temperatura media anual.....18.9 °C
- Temperatura máxima media anual.....24.7 °C
- Temperatura mínima media anual.....12.1 °C
- Humedad media anual.....71.7 %
- Visibilidad media anual.....13.9 Km
- Velocidad del viento media anual.....11.5 Km/h

Para calcular la temperatura media se han analizado 2142 mediciones. Para calcular la velocidad media del viento se han analizado 2142 mediciones. Según la dirección de hidrúlica de la provincia de Entre Ríos, en el departamento Gualeguaychú, se encuentran instaladas 20 estaciones pluviométricas.

### **II.3.5. Transporte**

Los ómnibus de media y larga distancia llegan a la ciudad circulando hasta la Terminal de ómnibus, desde diferentes destinos entre los que podemos citar: Capital Federal y norte de la Provincia de Buenos Aires, Rosario, Paraná – Santa Fe con conexión a la provincia de Córdoba, otras localidades de la Provincia de Entre Ríos, Corrientes, Misiones con conexiones a la República del Paraguay, línea directa a Fray Bentos (R.O.U.).

Cuenta con cuatro empresas urbanas de transporte de pasajeros, con frecuencias de 20 minutos de servicio urbano y suburbano, las cuales se detallan a continuación:

- Línea N° 1: “1° de Agosto”
- Línea N° 2: “Santa Rita Bis”
- Línea N° 3: “1° de Agosto”
- Línea N° 4: “El verde” (Ex “Sarandí”)

Además la ciudad cuenta con 17 empresas de remises habilitadas y una empresa de taxi

### **II.3.6. Educación**

Gualeguaychú posee 59 establecimientos educativos públicos: 1 de nivel inicial, 31 de EGB (4 nocturnos), 13 de Polimodal, 4 de Nivel Especial, 2 Centros de Alfabetización, 1 Centro de Educación Física, 6 Institutos Superiores de Formación

Docente y la Facultad de Bromatología de la Universidad Nacional de Entre Ríos. Las instituciones educativas privadas son treinta: 8 de EGB, 4 de Nivel Inicial, 7 de Polimodal, 10 Institutos Superiores de Formación Docente y la Universidad de Concepción del Uruguay.

Según estadísticas obtenidas en la Corporación del Desarrollo de Gualeguaychú, en el Municipio cursan 10.896 alumnos en el nivel primario, 7.968 en el secundario, 1.827 en el terciario y 528 en el universitario.

En cuanto al nivel de instrucción alcanzado por la población, de los 73.395 mayores de 15 años que viven en el Municipio, el 9% no tiene el primario terminado, el 49% no completó el secundario y el 8% de esa población tiene estudios universitarios completos. La tasa de analfabetismo alcanza al 2,3% de la población

### **II.3.7. Salud**

El Gobierno de Gualeguaychú realiza importantes acciones en materia de salud. El Municipio dispone de un nosocomio público provisional de autogestión, el “Hospital Centenario”, que posee 242 camas y también cuenta con otro hospital provincial de menor complejidad y dos centros de salud. Estos centros serán transferidos en breve a la Municipalidad y se sumarán a los 6 Centros Municipales de Salud (CMS) desde los cuales se implementan la mayoría de los programas de salud con impacto en Gualeguaychú. De este modo, y con el fin de que el Hospital Provincial puede dedicarse a los casos de mayor complejidad, el Municipio tendrá a su cargo casi la totalidad de atención primaria de la salud (APS). Los CMS están dotados de la infraestructura necesaria (bienes muebles, profesionales, médicos clínicos, supervisores, capacitadores en enfermería, odontología, trabajadores sociales, etc.) y desde estas unidades municipales se ejecuta el Programa de Atención Primaria de la Salud (APS). Gualeguaychú también cuenta con dos clínicas privadas. Por último dentro de la órbita municipal funciona un “Centro Integrador Comunitario-C.I.C

### **II.3.8. Viviendas**

En el departamento Gualeguaychú según los datos del Censo 2010 la cantidad de viviendas se estima en 41.825. A continuación se transcribe un artículo del Diario El Día de Gualeguaychú con fecha 5 de Noviembre del 2011 donde el gerente de la regional sur del IAPV comenta sobre la actualidad del tema: “La Regional Sur del IAPV trabaja para reducir el déficit habitacional”.

Pese al gran esfuerzo que realizó el IAPV en la última década para reducir el déficit habitacional, todavía hay 3 mil grupos familiares en espera para que se le adjudique una casa. Se avanza en la conformación de un registro único de demandantes.

La Regional Sur del IAPV “Gualeguaychú”, trabaja intensamente para reducir el déficit habitacional en la ciudad y su zona de influencia, comprendida por los departamentos Gualeguaychú, Gualeguay e Islas.

En este momento, hay 3 mil grupos familiares que están en busca de acceder a una vivienda propia en el departamento Gualeguaychú

### **II.3.9. Servicios Sanitarios**

A continuación se describen los detalles más relevantes de los servicios sanitarios y las instalaciones sanitarias con las que cuenta la ciudad de Gualeguaychú.

### **II.3.10. Agua Potable**

La planta potabilizadora se encuentra ubicada al Norte de la ciudad. Los trabajos realizados en ella han permitido mejorar sensiblemente a nivel de producción, en calidad y en cantidad, complementando con el aumento con el aumento de la capacidad de reserva y la ejecución de perforaciones en distintos lugares de la ciudad que funcionan como refuerzo del sistema.

La fuente de captación de aguas es de tipo superficial, se realiza directamente del Río Gualeguaychú, 500 m debajo de la desembocadura del Río Gualeyán.

En cuanto a la red de distribución del agua potable es una malla tipo cerrada, la que presenta las siguientes características: el núcleo central de la ciudad, que es la parte de la primera parte de la red está constituido por un anillo cerrado que bordea periféricamente esta zona. El sector periférico de la ciudad posee otro anillo cerrado que se conecta con el anterior, conformando así el sistema de alimentación domiciliaria. Para solventar la necesidad de caudal en zonas específicas de la ciudad, que por razones geotopográficas se dificulta el abastecimiento, se utilizan bombas que extraen agua de pozos que se mezclan con el agua de red.

Dentro del predio de la planta potabilizadora, se encuentra el laboratorio químico que cuenta con los equipos necesarios para ensayos y control de la calidad del agua potable.

#### **II.3.10.1. Red Cloacal**

La red cloacal cubre la totalidad de la zona históricamente consolidada de la ciudad, sirviendo también en forma puntual a los grupos habitacionales oficiales, aunque en los últimos años se ha ampliado el servicio a los sectores barriales periféricos.

La planta de tratamiento de líquidos cloacales domiciliarios se encuentra entre la calle de Tropas y el Arroyo El Cura. Tiene una superficie de 22 Hectáreas; está integrada por tres series de estabilización aireadas y de sedimentación ubicadas en paralelo, y elementos complementarios (estación de bombeo, desarenador, cámara de medición de caudales, cámara de cloración, relleno sanitario para sólidos a extraer del fondo de las lagunas), siendo su función la eliminación de los contaminantes mediante el proceso de estabilización natural, previo su descarga al Río Gualeguaychú mediante el Arroyo El Cura.

La planta de tratamiento ha sido diseñada para una población de 112.000 habitantes servidos de cloacas, que es la población estimada a 20 años de su puesta en funcionamiento.

#### **II.3.10.2. Red de desagües pluviales**

La planta urbana de Gualeguaychú posee 8,5 Km de desagües pluviales entubados, el resto escurre superficialmente por sobre las pendientes de las calzadas.

Al sur, las aguas escurren hacia el arroyo Munilla, canalizándose en el último tramo antes de su desembocadura en el río Gualeguaychú. Este desagüe sirve la zona de la Avenida Del Valle, cuya área de aporte tiene pendiente natural hacia el arroyo Munilla. El entubado de

esta zona es de tipo cajón de hormigón armado. En el trayecto final de la canalización del arroyo Munilla es un canal a cielo abierto con recubrimiento de hormigón.

Al norte, los desagües pluviales se canalizan por el canal Clavarino, que es a cielo abierto con recubrimiento de hormigón. Recorre casi totalmente la planta urbana hacia el arroyo Gaitán y desemboca en el río Gualeguaychú.

Al oeste, a través de la cañada de María Gómez se han logrado canalizar todos los escurrimientos a través de un canal a cielo abierto, llevándolos hacia la cuenca sur de la ciudad.

### **II.3.11. Empleo**

La población económica activa del Municipio representa el 36,5 % del total de la población. De acuerdo a los datos brindados por la Delegación Departamental de la Dirección Provincial del Trabajo, en 1988 trabajan 7.223 empleados en la Municipalidad y, en el año 2000, esa cantidad se había reducido a 6.426; es decir, en ese período, se perdieron 797 puestos de trabajo. Al mismo, es importante mencionar que el gobierno local impulsa el Programa Federal de Vivienda mediante cooperativas que ha generado 600 nuevos puestos de trabajo en el sector de la construcción.

### **II.3.12. Economía**

Según datos de la Corporación del desarrollo de Gualeguaychú el año 2010, el PBI del Municipio asciende a \$ 499.378.33, que representa \$ 5.785 por habitante. El PBI se desagrega así: el 29,6 % corresponde a la producción primaria, el 36,3 % a la producción industrial, el 11 % a la producción comercial y el 23,2 % a la producción de servicios.

En el marco del Plan Estratégico de Gualeguaychú, durante 2004, se realizaron entrevistas a 67 empresas y se las clasificó por sector y composición de producción:

Alimenticio: 20 empresas distribuidas en los ramos lácteos, carnes, bebidas, yerba, miel, dulces y postres, pastas y arroz.

Autopartes: 2 empresas, una de baterías y otra de fabricación de piezas para camiones.

Cueros y artesanías: 5 empresas que se dedican a la producción de artesanías regionales y a la fabricación de zapatos.

Construcción: 3 empresas que se dedican a la fabricación de cabañas y a la producción de premoldeados para construcción.

Maderero: 15 empresas, distribuidas entre aserraderos, fábricas de muebles y tirantería, entre otras.

Metalúrgico: 11 empresas dedicadas a la fabricación de estructuras metálicas, tanques, bombas, bombillas, postes y maquinaria en general.

Textil: 8 empresas abocadas a la fabricación de indumentarias en general, telas, bolsas y lonas para camiones.

Petroquímico: 3 empresas dedicadas a la fabricación de envases y bolsas polietileno.

### **II.3.12.1. Parque industrial**

El Parque Industrial Gualeguaychú fue creado en 1975. Está emplazado en la intersección de la Ruta Nacional N° 14 y el Acceso Sur a la ciudad. Por lo tanto dispone de vías de comunicación directas con la Capital Federal y, a través del Puente General San Martín, está vinculado con Fray Bentos (Uruguay), San Pablo (Brasil) y Asunción (Paraguay). Además, está ubicado a 5 Km del Aeródromo de Gualeguaychú, que dispone de pistas pavimentadas y balizamiento eléctrico. El Parque posee una superficie total de 214 hectáreas, una infraestructura de obras y una variada gama de prestación de servicios básicos indispensables para cualquier radicación industrial.

La radicación en el Parque le permite a las empresas gozar de beneficios impositivos provinciales y municipales. Hasta el mes de abril de 2005 se encontraban montadas y en producción 25 empresas de diversos rubros: textiles, metalúrgicas, químicas, alimenticias, muebles, caucho, papel, autopartes, acumuladores y secado de madera, entre otros. Actualmente, otras 3 empresas están siendo instaladas.

Las empresas radicadas en el Parque Industrial Gualeguaychú (PIG), con casi 1.800 trabajadores, generan el 85% del empleo industrial registrado (hasta septiembre de 2010) en la ciudad. Dicha relación surge del análisis comparativo entre las industrias allí localizadas y el total del empleo registrado existente. Resulta importante destacar que durante el período de 1998 – 2003 el empleo industrial (en el PIG) disminuyó el 16 %, en tanto entre 2004 – 2010 se incrementó el 68 %.

### **II.3.12.2. Corporación del Desarrollo de Gualeguaychú**

Fundada el 8 de febrero de 1974, la Corporación es una institución civil sin fines de lucro, en la que están representados todos los sectores socio – económicos de la ciudad. Su objetivo es promover el desarrollo socioeconómico de Gualeguaychú y en su organización y administración comparten responsabilidades la Municipalidad (Departamento Ejecutivo y Concejo Deliberante), los entes empresariales, las asociaciones profesionales, los nucleamientos gremiales y las instituciones y culturales.

La Corporación también ejecuta otras acciones vinculadas con el desarrollo económico y social de Gualeguaychú, tales como el trabajo con pequeñas y medianas empresas (Departamento de PyMES), un banco estadístico, incubación de empresas, desarrollo de un polo tecnológico y capacitación y gestión de recursos humanos.

Asimismo, realiza actividades de promoción y otorgamiento de becas, auspicios de cursos de capacitación y organización de seminarios y jornadas. Una serie importante de obras públicas nacionales e internacionales han contado con la presencia y apoyo de la Corporación. Por ejemplo, podemos citar casos del Complejo Zárate - Brazo Largo, la Represa de Salto Grande, el Puente Internacional General San Martín, el Gasoducto Mesopotámico y la Autopista Mesopotámica.

### II.3.12.3. Plan Estratégico de Gualeguaychú

El Plan Estratégico de Gualeguaychú tiene como objetivo construir con todos los integrantes de la comunidad un plan de desarrollo local a largo plazo, entendido como una estrategia integradora que incluye todos los aspectos de la vida del Municipio. Por lo tanto se contemplan las dimensiones económica, social, política, institucional, cultural e identitaria. En esta perspectiva, el desarrollo económico se articula con la creación de empleo, la integración y cohesión social, el mantenimiento y el desarrollo de un referente de identidad que estructure y dé sentido a la vida del proyecto en el territorio.

Como meta, el Plan Estratégico busca mejorar el posicionamiento y competitividad del Municipio, desarrollar sus ventajas comparativas, atender la sustentabilidad de las estrategias y preservar e incrementar la identidad y el patrimonio cultural. Las fortalezas detectadas en la ciudad son: su ubicación geopolítica, sus riquezas naturales disponibles, la diversidad de actividades económicas y productivas, sus fuerzas asociativas, el desarrollo urbano existente, la administración municipal y los recursos humanos disponibles.

## II.4. Pueblo Belgrano

### II.4.1. Descripción general

Pueblo General Belgrano es un municipio cuyo territorio se encuentra dentro de los límites del departamento Uruguay, pero su jurisdicción fue cedida al Municipio de Gualeguaychú (por cuestiones de ubicación), de la provincia de Entre Ríos. El municipio comprende un área rural y la localidad del mismo nombre que es componente del aglomerado Gualeguaychú - Pueblo General Belgrano.

Su población era de 2179 habitantes según el censo 2010.

La principal actividad económica es el turismo, centrado en el denominado "Carnaval del País" en la cercana Gualeguaychú y en la actividad termal al estar en este distrito las termas de la ciudad de Gualeguaychú. Además de lindar con el Parque Unzué.



Figura II-23 Ciudad Pueblo Belgrano, Entre Ríos (vista aérea) FUENTE: Municipalidad de Pueblo General Belgrano.

## II.1.1. Reseña Histórica

### II.4.1.1. Toponimia

El nombre proviene de Manuel Belgrano, persona muy importante en los primeros años de la independencia argentina, abogado, militar, humanista, creador de la bandera nacional entre otras cosas.

### II.4.1.2. Antecedentes y fundación

Sus comienzos se remontan a la década del 60, en la zona perteneciente al “Distrito Potrero” del departamento Uruguay, en los alrededores de la ruta nacional N° 14. Ruta que por aquel entonces era de ripio y pasaba por esa zona debido a la construcción del puente “La Balsa” en 1931.

Luego de la venta de lotes en las estancias San Martín y El Potrero comenzaron a instalarse diferentes familias.

A mediados de la década del 60 había alrededor de 25 familias, 15 de las cuales vivían en terrenos amplios (más de 5 hectáreas) dedicándose fundamentalmente a la actividad agrícola-ganadera. En la denominada “Curva de Fiorotto” se encontraba una escuela rural y un almacén de ramos generales (cuyo dueño era Fiorotto). En los alrededores había también otro almacén (Sittner), una carnicería (Cereguetti), instalaciones de remate (Kratzer y Lema) y una estación de servicio y mecánica general (Ipperi).

Poco tiempo después Don Héctor Armando Ipperi realiza el primer loteo en el pueblo.

Según un anuario de la escuela secundaria N° 3 “20 de Junio”: *“Sus pocos pobladores luchaban por el progreso del lugar. Formaron así una comisión que denominaron oficialmente “COMISION PRO-ADELANTO ZONA EL POTRERO” por el asesor de la zona, el Padre Luis Jeannot Sueyro. Entre los integrantes que pasaron por ella se rescatan nombres como el de don Héctor A. Ipperi “su primer Presidente”.*

Según entrevistas realizadas a lugareños dicha comisión surgió en el año 1970 y estaba formada por Ipperi, Butteri, Fiorotto, Lema y Vera. Entre sus logros se destacan: El tinglado para el salón de Caritas (que posteriormente fuera la sala de primeros auxilios y después capilla), la llegada de la corriente eléctrica al pueblo, los primeros teléfonos y el centro de salud Rodríguez Artusi.

En 1972 se inicia la construcción del Puente Internacional Libertador General San Martín, y como consecuencia se produce la instalación de varias empresas en la zona, Gardeblé (Caminos), Inarco (Pre-moldeados) Tres Arroyos (Frigorífico) y SADE (Líneas de alta tensión). A raíz del aumento de empleo la población de Pueblo Belgrano creció en forma considerable.

En 1979 el departamento Guleguaychú recibió parte del “Distrito Potrero” del Departamento Uruguay, conformándose el distrito Costa Uruguay Norte.

En 1983, con la vuelta a la democracia, los habitantes empiezan a organizarse. Surge la Primera Junta de Gobierno, integrada por Héctor A. Ipperi (presidente), Onofre Ibarra, Buchart, Fiorotto, Hernández, entre otros.

En las primeras reuniones de dicha junta, fue pedido mediante solicitud al gobernador de la provincia “*la imposición en forma oficial, del nombre de PUEBLO GENERAL BELGRANO a éste asentamiento poblacional; por ser anhelo de la mayoría de sus habitantes manifestado mediante concurso público, abierto y documentación, rindiendo así homenaje al creador de nuestra Bandera Patria.*” Según consta en el mismo anuario de la Esc. Sec. “20 de junio”.

En 1986 la junta de gobierno crea la cooperativa de agua potable. Inaugurada formalmente en 1989 se encarga de la provisión de agua y a partir de la década del 90 de las cloacas y lagunas de estabilización.

En el año 2006 Pueblo Belgrano pasar a ser “municipio de segunda” bajo la administración de Bettendorff. En diciembre de 2007 asume el primer presidente municipal electo Fiorotto.

#### II.4.2. Crecimiento de la localidad

La ciudad está creciendo actualmente dentro de la expansión de Gualeguaychú. Se está desarrollando principalmente hacia la actividad turística, gracias a las termas, al encontrarse en el camino al balneario de Ñandubaysal y a su potencial de desarrollo urbano. Su eje se encuentra en la llamada curva de Fiorotto en el encuentro entre el camino a Ñandubaysal y el camino a la ruta internacional que une con la República Oriental del Uruguay. Desde esa intersección la trama urbana se desarrolla principalmente hacia el noreste en la que se encuentra la parte más antigua y hacia el sudoeste en donde encontramos nuevos loteos urbanos.

#### II.4.3. Marco Geográfico

La ciudad de Pueblo Gral. Belgrano se encuentra al oeste de departamento de Gualeguaychú a una latitud  $33^{\circ}00'37''$  Sur y una longitud  $58^{\circ}30'51''$  Oeste. La misma, se halla sobre la Ruta Provincial N°42. Existen 4 accesos, dos desde Gualeguaychú y dos desde la ruta nacional N° 136, en ambos casos uno esta asfaltado y el otro no. Hoy en día, su casco urbano se encuentra fraccionado, por un lado, el casco más antiguo de la localidad en la zona noroeste (donde se encuentra el municipio, la Cooperativa de agua potable y otras instituciones públicas), y por el otro encontramos los asentamientos más recientes hacia el sureste como se puede apreciar en las imágenes siguientes:



Figura II-24 – Accesos a Pueblo General Belgrano

FUENTE: Página oficial de la ciudad:

<http://www.pueblobelgrano.com/>

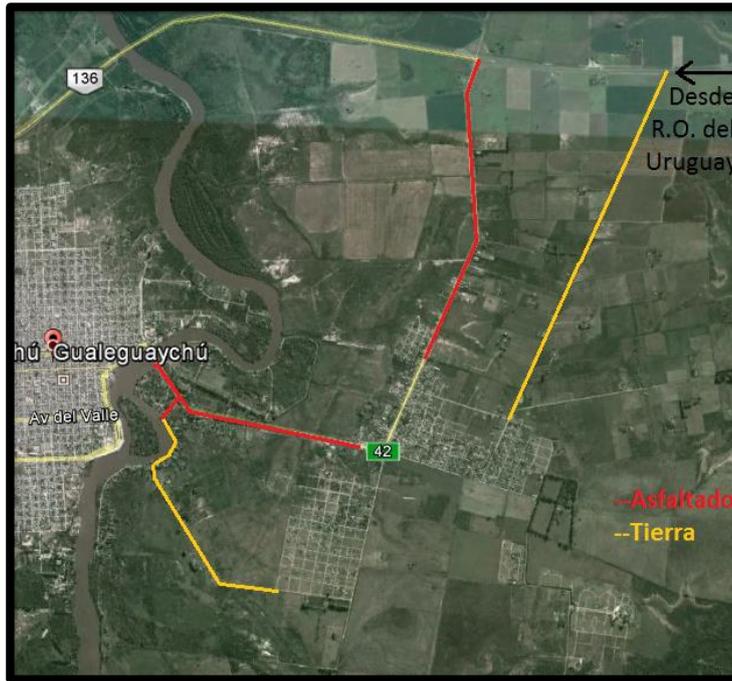


Figura II-25 Accesos a Pueblo General Belgrano. FUENTE: Google Earth

Los límites del ejido municipal de la ciudad se encuentran en color naranja en el siguiente plano:

#### II.4.4. Densidad Poblacional

Este parámetro demográfico resulta un aspecto muy importante para la localidad en estudio: la densidad poblacional se encuentra dispersa en la trama urbana de la ciudad.

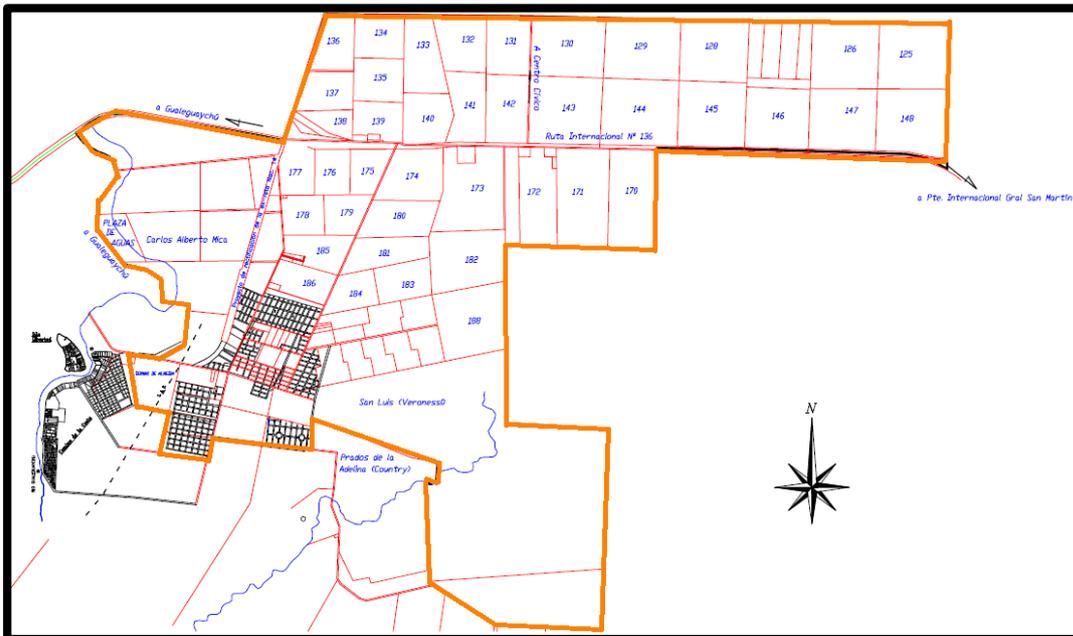


Figura II-26 Ciudad Pueblo Belgrano, Entre Ríos FUENTE: Municipalidad de Pueblo General Belgrano.

Como puede apreciarse en la siguiente figura, Pueblo Gral. Belgrano presenta una densidad bastante desordenada en la zona del “Viejo” Pueblo Belgrano (Noreste), con una densidad algo mayor en la zona de edificios públicos (Municipalidad, Cooperativa de agua potable, comisaria, centro de salud) y plaza. Mientras que en la zona del “Nuevo” Pueblo Belgrano (Suroeste) la densidad está más “ordenada” con zonas más densas cerca del centro, donde se encuentran las plazas.

Al norte del cuadrante situado al suroeste, hay zonas menos densas que se pueden atribuir a dos complejos turísticos, uno es el de las Termas y el otro Solares de Pueblo Belgrano los cuales poseen algunos bungalows.

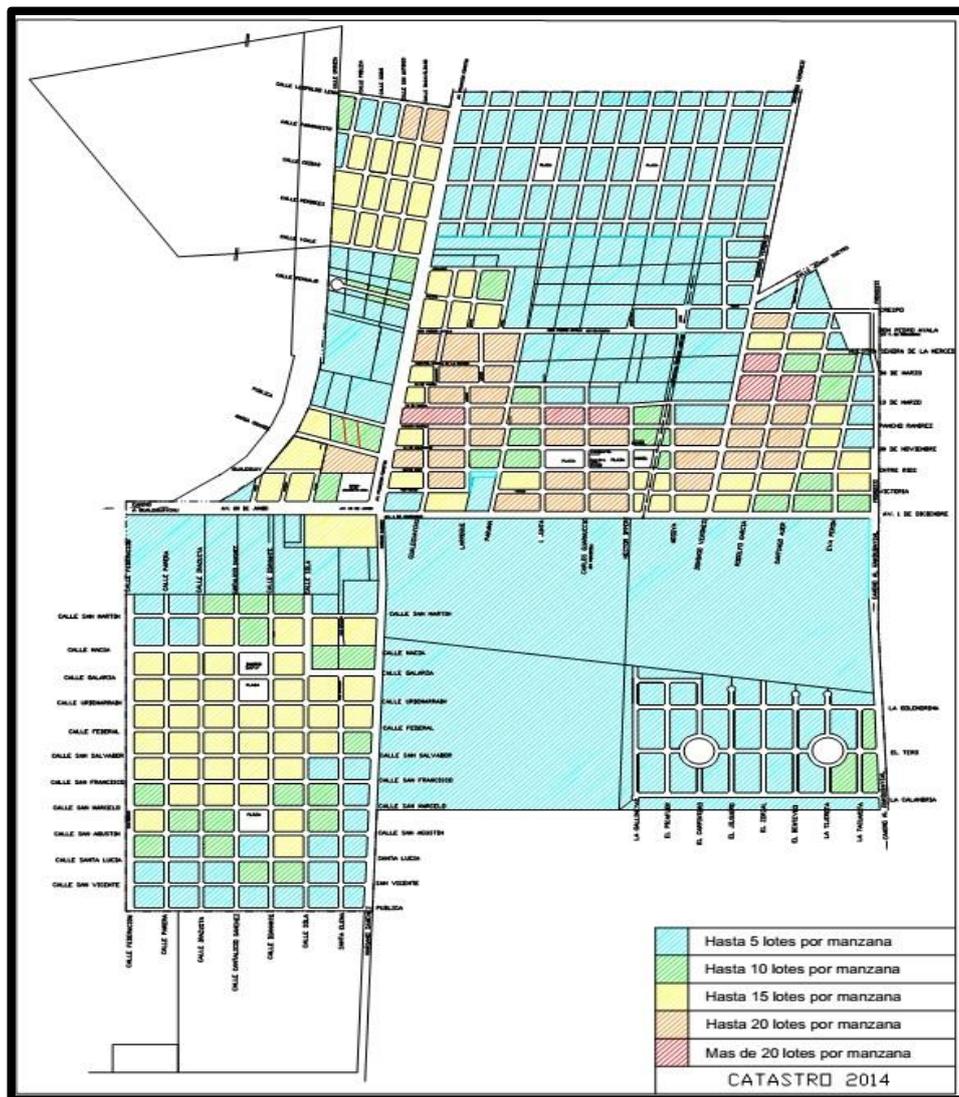


Figura II-27 – Plano de densidad de la Ciudad Pueblo Belgrano, Entre Ríos

Como ya se mencionó la población total censada en la ciudad en el año 2010 asciende a 2179 habitantes.

**II.4.4.1. Proyección poblacional**

Las proyecciones de población como visión del futuro, son fundamentales para visualizar las implicaciones de la dinámica poblacional en sus interrelaciones con los factores del desarrollo y del medio ambiente. Son datos indispensables para establecer las demandas potenciales de bienes y servicios.

Partiendo de los datos censales obtenidos del INDEC se efectuó una proyección empleando el % de crecimiento anual provincial, la cual arrojo los resultados plasmados en la Tabla II-8 y la FIGURA II-27.

| Año  | Población | Tasa de crecimiento |
|------|-----------|---------------------|
| 2010 | 2179      | 0,015               |
| 2011 | 2212      | 0,015               |
| 2012 | 2245      | 0,015               |
| 2013 | 2279      | 0,015               |
| 2014 | 2313      | 0,015               |
| 2015 | 2347      | 0,015               |
| 2016 | 2383      | 0,015               |
| 2017 | 2418      | 0,015               |
| 2018 | 2455      | 0,015               |
| 2019 | 2491      | 0,015               |
| 2020 | 2529      | 0,015               |
| 2021 | 2567      | 0,015               |
| 2022 | 2605      | 0,015               |
| 2023 | 2644      | 0,015               |
| 2024 | 2684      | 0,015               |
| 2025 | 2724      | 0,015               |
| 2026 | 2765      | 0,015               |
| 2027 | 2807      | 0,015               |
| 2028 | 2849      | 0,015               |
| 2029 | 2891      | 0,015               |
| 2030 | 2935      | 0,015               |
| 2031 | 2979      | 0,015               |
| 2032 | 3024      | 0,015               |
| 2033 | 3069      | 0,015               |
| 2034 | 3115      | 0,015               |
| 2035 | 3162      | 0,015               |

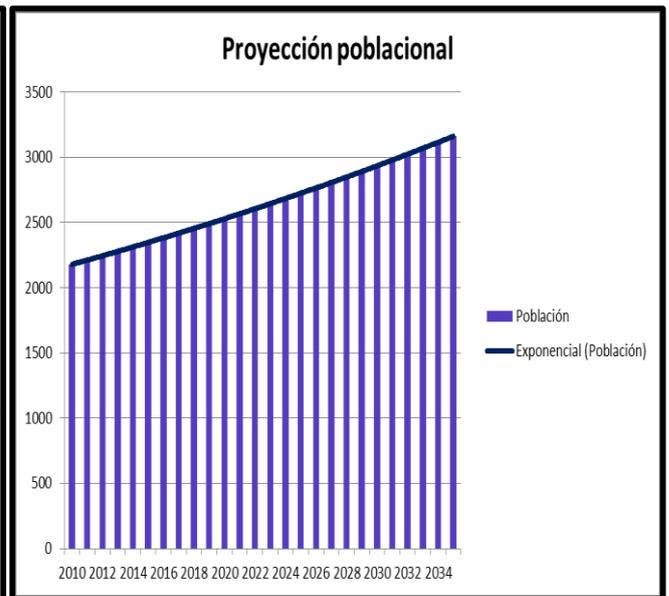


Tabla II-8 Población Futura de Gral. Belgrano.

Figura II-28 Población Futura de Gral. Belgrano.

## II.4.5. Instituciones públicas y privadas

### II.4.5.1. Educación

Instituciones Educativas en Pueblo General Belgrano

- **Escuela Primaria N° 113 "Infantería de Marina"**
- **Escuela Secundaria N° 64 "20 de Junio"**

Se ubica en la intersección de Avdas. 20 de Junio y Francisco Fiorotto.

Actualmente cuenta un equipo de docentes y no docentes de 40 personas, y concurren a la Institución un total de 145 alumnos. La distribución de los mismos por año puede apreciarse en la tabla:

| Año          | Cantidad de Alumnos |
|--------------|---------------------|
| 1º           | 31                  |
| 2º           | 35                  |
| 3º           | 28                  |
| 4º           | 19                  |
| 5º           | 17                  |
| 6º           | 15                  |
| <b>Total</b> | <b>145</b>          |

Tabla II-9 Distribución de alumnos

La Institución cuenta con laboratorio de ciencias naturales, sala de videos, sala de profesores, sala de dirección, preceptoría, biblioteca, sanitarios para varones y otro para mujeres, sanitarios para personal, un depósito, un patio cubierto y otro al aire libre.

- **Escuela N° 111 "Tabaré":**

Es una escuela primaria pública.

En el establecimiento funcionan: un Jardín de Infantes Nivel Inicial al que concurren 55 alumnos y la escuela primaria a la que concurren 170 alumnos. El personal docente y no docente de la institución asciende a 25 empleados.

En cuanto a la infraestructura edilicia la escuela cuenta con siete aulas destinadas al desarrollo diario de las actividades áulicas, la biblioteca, el salón de actos, sanitarios masculinos y femeninos, también cuenta con dos sanitarios más destinados al personal de la institución, en el espacio destinado a la dirección también funciona la secretaría y cuenta también con cocina.

#### II.4.5.2. Biblioteca

En la Biblioteca, situada en calle Larroque, se pueden encontrar libros de distintos autores y género. La misma se encuentra abierta a todo público.

#### II.4.5.3. Iglesia

El pueblo Gral. Belgrano comparte la fe católica y el culto a Nuestra Señora de la Merced. Por eso mismo, la actividad religiosa del municipio se centra en la Capilla Nuestra Señora de la Merced. La fiesta patronal se celebra el día 24 de septiembre.

La misma se encuentra ubicada en Av. Francisco Fiorotto y 30 de Noviembre. Actualmente se encuentra en remodelación como puede apreciarse en la siguiente fotografía.

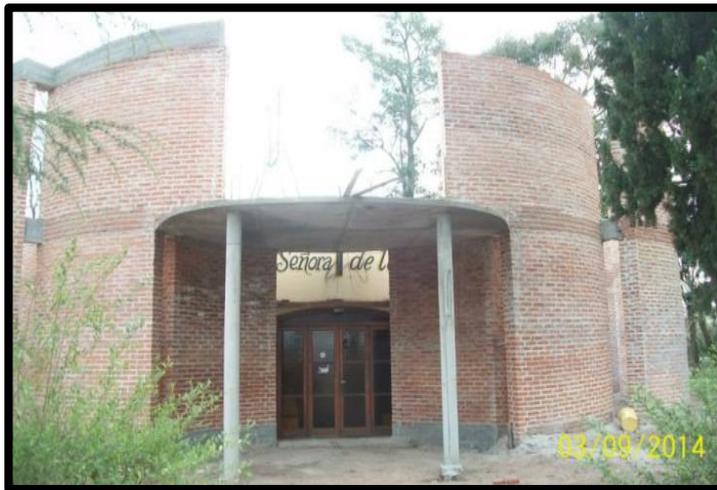


Figura II-29 Parroquia Nuestra Señora de la Merced, Pueblo Belgrano

#### II.4.5.4. Centro de jubilados

Actualmente la ciudad no cuenta con un centro de jubilados pero existe un proyecto para su concreción en los años venideros. A continuación se transcribe el resumen de una nota publicada en el Diario "El Argentino" de Gualeguaychú con fecha 9 de Octubre de 2014 que hace alusión al mismo.

"El Centro de Jubilados de Pueblo General Belgrano avanza en el sueño de construir su propia sede"

Los Centros de Jubilados y Pensionados son espacios que facilitan el desarrollo de múltiples actividades, pero fundamentalmente la socialización de sus integrantes. No sólo gestionar una mejor atención primaria de la salud, sino también ofrecer contención, pasando por la recreación, el esparcimiento y el intercambio de vivencias que permiten resguardar el patrimonio cultural de una comunidad. Incluso hay un valor de suma importancia: son espacios donde habita la solidaridad.

A lo largo y ancho del país existen numerosos centros, cada uno con sus particularidades. El que aquí interesa se llama "Pedro Ayala" de Pueblo General Belgrano. El

jueves terminaron de escriturar el terreno que les permitirá avanzar para cristalizar el sueño de la sede propia.

“Esto fue posible por la generosidad del hijo de Pedro Ayala que nos donó el terreno que está en la calle que lleva por nombre Pedro Ayala y Verones”, indicó a EL ARGENTINO el presidente del Centro de Jubilados, Roque Zimmermann y adelantó que ahora van por la conquista de construir la sede. Además aportó que el Centro de Jubilados está formado desde hace tres años “y ya tenemos más de cuarenta asociados y vamos creciendo día a día porque tenemos un trabajo en equipo donde todos nos sentimos responsables por el semejante. Ahora vamos a programar una serie de actividades que nos permita recaudar fondos, porque vamos por los ladrillos y el cemento para construir la sede”, adelantó.”

#### II.4.5.5. Comisaría 5<sup>ta</sup>

A Esta entidad pública posee un edificio situado en la intersección de calle 30 de noviembre y Carlos Guarnuccio. La misma fue inaugurada el 19 de junio de 1995. Cuenta con un personal de 9 efectivos: 1 Jefe, 1 Jefe segundo, 3 oficiales de servicios y 4 suboficiales. La comisaria atiende los casos ocurridos tanto en el ejido urbano como en las zonas rurales aledañas.



Figura II-30 Comisaría 5ta Pueblo Belgrano

#### II.4.5.6. Municipio

El edificio municipal de la Ciudad se encuentra ubicado en la intersección de las calles Hector A. Ipperi y 30 de Noviembre. Básicamente, el edificio cuenta con oficinas destinadas a Catastro, intendencia, área técnica, secretaria de gobierno, archivo, atención al público y acción social, contaduría y tesorería.

Pueblo General Belgrano hoy atraviesa su primera gestión municipal habiendo asumido en el cargo de Presidente Municipal el día 10 de diciembre del 2011 Elías Jacinto Chesini.

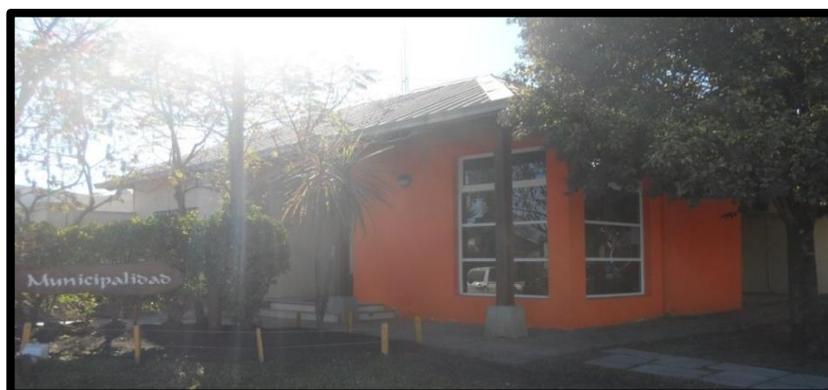


Figura II-31 Municipio Pueblo Belgrano

#### II.4.5.7. Club Atlético Cerro Porteño

Se encuentra ubicado en la intersección de las calles Gualeguaychú y Entre Ríos. Fue fundado el día 2 de noviembre de 1975. Cuenta con cancha de bochas y fútbol, además cuenta de un salón para eventos que también se utiliza como gimnasio.



Figura II-32 Club Atlético Cerro Porteño

#### II.4.6. Turismo

##### II.4.6.1. Termas del Gualeguaychú

El complejo se encuentra ubicado sobre el Kilómetro 2,5 de la Ruta N° 42. Ofrece al visitante en 4 piletas de agua salada, con temperaturas oscilantes ente los 37° y 42°, y perfectamente instaladas; 2 de las cuales lucen cubiertas, destacándose una de éstas por sus 12 hidromasajes.

Para los días cálidos, y para aquellos que prefieren la recreación a la pasividad, exhibe 2 piletas estivales de agua dulce, a temperatura natural, y poco profundas.



Figura II-32 Termas del Gualeguaychú. Fuente: Turismoentrerios.com

Cuenta con drugstore, kiosco, alquiler de batas y sillas, y con la posibilidad de comunicarse por Internet o por teléfono con familiares y amigos.

Por su parte, un comedor parrilla pone a funcionar toda su capacidad y originalidad en la elaboración de riquísimos platos y postres, para el deleite de paladares exigentes. En un

ambiente cálido y tranquilo, el visitante podrá degustar la tradicional parrillada, el asado criollo y otras preparaciones exclusivas de la casa.



Figura II-33 Termas del Guauguaychú. Fuente: Turismoentrerios.com

#### II.4.6.2. Balneario Ñandubaysal

Ubicado a 10 kilómetros de Pueblo Belgrano. El Balneario Ñandubaysal aparece a orillas del Río Uruguay, sumergido en la naturaleza autóctona de la región.

Una cartelera que ostenta una variedad de actividades al aire libre se ofrece para que el visitante elija la que más le plazca: deportes náuticos como kayak, moto-sky o windsurf invaden el escenario acuático. Quienes prefieren la tierra firme disfrutarán de caminatas, paseos en bicicleta, avistajes de aves y senderismo.

Se cuenta con la presencia de todos los servicios necesarios: sector de acampe, propuestas gastronómicas, parador, bares, luz eléctrica, vigilancia; entre muchas comodidades más.



Figura II-34 Balneario Ñandubaysal. Fuente: Turismoentrerios.com

#### II.4.6.3. Parque Unzué

A Sobre la ruta que une Pueblo Belgrano con Guauguaychú, el extenso predio del Parque Unzué exhibe sus 120 hectáreas para que los visitantes disfruten de un encantador espacio para la recreación. Este pulmón verde, bordeado por el Río Guauguaychú, se divide en dos sectores: el Parque Chico aparece a orillas del río, con playas y sitios ideales para la pesca, clubes y restaurantes; el Parque Grande, por su parte, atrapa a los amantes de los ambientes

autóctonos invitando a recorrerlo por su Pista de Salud. Dentro de esta sección también se encuentra el Club Hípico, el Velódromo y el Club Carpinchos.



Figura II-35 Parque Unzué

#### **II.4.6.4. Plaza Belgrano**

La plaza consta con seguros y hermosos juegos infantiles, un amplio parque con bancos y demás elementos que permiten el desarrollo de diversas actividades como tomar mates y pasar una tarde en familia al aire libre.

En dicho lugar se encuentran los monumentos de Manuel Belgrano, del patrono del pueblo y padre Janot Sueiro, Párroco que decidiera el nombre del pueblo, además de una ermita con la Virgen “Nuestra Señora de la Merced”.



Figura II-36 Plaza General Belgrano

#### **II.4.7. Servicios**

##### **II.4.7.1. Efluentes cloacales**

El servicio de cloacas cuenta con 800 usuarios (todos de Pueblo Belgrano).

La red cloacal existente en el municipio se encuentra semidesarrollada, ya que la misma cubre solo las zonas más densamente pobladas. Como se observa en el Plano II-1. El resto de la red cloacal se ha proyectado, pero no materializado.

La conducción se realiza por cañerías de PVC de  $\varnothing 160\text{mm}$  en todo el municipio, hasta el inicio del ramal colector, el cual es de  $\varnothing 200\text{mm}$  y conduce las aguas hacia un sistema de lagunas sanitarias, conformado por una laguna anaeróbica seguida de otra facultativa.

Actualmente el Municipio ha desarrollado un proyecto con el propósito de construir un conducto de desagüe de las lagunas sanitarias existentes y poder realizar el volcado de los efluentes tratados en el río Gualeguaychú. El mismo se adjunta en los Anexos del Proyecto.



Figura II-37 Laguna anaeróbica y facultativa.

### II.4.7.2. Red eléctrica

Este servicio está administrado por la Cooperativa de Consumo de Electricidad y Afines de Gualeguaychú.

Presenta un buen servicio, prácticamente sin cortes eléctricos. Las tarifas se encuentran en niveles normales, respecto a otras localidades del departamento, contando con un subsidio nacional.

### II.4.7.3. Alumbrado Público

El municipio de Pueblo Belgrano cuenta con tres sectores con iluminación pública. Uno de ellos delimitado por las calles: Av. Francisco Fiorotto y camino al Ñandubaysal, Av. 1 de Diciembre y Pedro Ayala. El segundo entre calles: Av. Francisco Fiorotto, Av. 20 de Junio y Pedro Ayala. Mientras que el restante entre calles: Mariano Sánchez, Av. 20 de Junio y Federación.

En todos los sectores, el tendido eléctrico es subterráneo y se realizó mediante caños de PVC reforzado de  $\varnothing 110\text{mm}$  los cuales alojan conductores tipo Sintemax de Cobre Eléctrico de sección  $4 \times 6 \text{ mm}^2$ .



Figura II-38 Sectores con alumbrado público

**PLANO II-1 RED CLOACAL PUEBLO BELGRANO**

#### II.4.7.4. Agua potable

Este servicio se encuentra administrado por la Asociación Cooperativa de Agua Potable. Se le brinda el servicio de agua potable a 1700 usuarios (Pueblo Belgrano e Isleta).

La Cooperativa fue constituida el 25 de Marzo de 1986 y la sede se inauguró el 23 de septiembre de 1989.



Figura II-39 Cooperativa De Agua Potable de Pueblo Belgrano

La provisión de agua potable en la localidad se lleva a cabo a través de una red de agua corriente alimentada por medio de perforaciones semisurgentes de profundidades variables en el entorno de los 100 metros, provistas de electrobombas sumergibles.

La razón de la elección de este tipo de fuente de abastecimiento es la relativamente escasa profundidad a la que se encuentran las napas de agua potable, si bien la ciudad se encuentra próxima a un curso superficial, Río Gualeguaychú (2 km aproximadamente), no se aseguraban las condiciones necesarias de calidad y la inversión requerida superaba la de la ejecución de la perforación.

El agua extraída de las perforaciones recibe como único tratamiento la adición de cloro, en forma de hipoclorito de sodio, con el fin de asegurar una protección residual que impida la contaminación del agua una vez que se encuentre circulando en la red o almacenada en los tanques. La cloración del agua extraída se hace mediante el agregado de una solución de hipoclorito de sodio en la concentración conocida comercialmente como “100 gramos de cloro activo por litro”.

La red de distribución de agua potable (llevada a cabo por medio de una red interconectada en mallas cerradas) tiene un buen índice de cobertura, ya que alrededor del 98% de las viviendas, comercios e industrias ubicadas en la planta urbana poseen conexión a la misma.

El trazado está conformado por cañerías de PVC de 50 mm, 63 mm, 90 mm, 110mm y 160 mm de diámetro, y puede observarse en el plano

**PLANO II-2 PROVISIÓN DE AGUA POTABLE**

#### II.4.7.5. Red de gas

El gas natural no se ha desarrollado hasta la fecha en la ciudad. Actualmente se cuenta con un proyecto para llevar el gas hasta el pueblo.

#### II.4.7.6. Infraestructura vial

El acceso principal a la ciudad Avenida 20 de Junio posee un sentido de circulación Oeste- Este y viceversa. El ancho de calzada de misma es de 20 metros hasta el cruce con la Avda. Francisco Fiorotto. Se encuentra completamente asfaltado al igual que las Avda. Francisco Fiorotto y Avda. 1° de Diciembre. El resto del trazado vial se encuentra enripiado en su totalidad.

Contando además con un sector que comprende 35 cuadras de cordón cuneta como puede apreciarse en el Plano II-3.

#### II.4.7.7. Desagües Pluviales

En la actualidad la ciudad no cuenta con obras de desagües pluviales, solo se desarrolló un proyecto por parte del municipio para llevar adelante las mismas en un futuro cercano.

#### II.4.7.8. Recolección de Residuos

La recolección está a cargo del municipio y se realiza de lunes a viernes.

El municipio de Pueblo Belgrano cuenta con un basural a cielo abierto, donde se abren cavas, se vuelca los residuos y finalmente se tapanlos con tierra. El mismo está ubicado en una zona prácticamente despoblada como puede observarse en la Figura II-38:

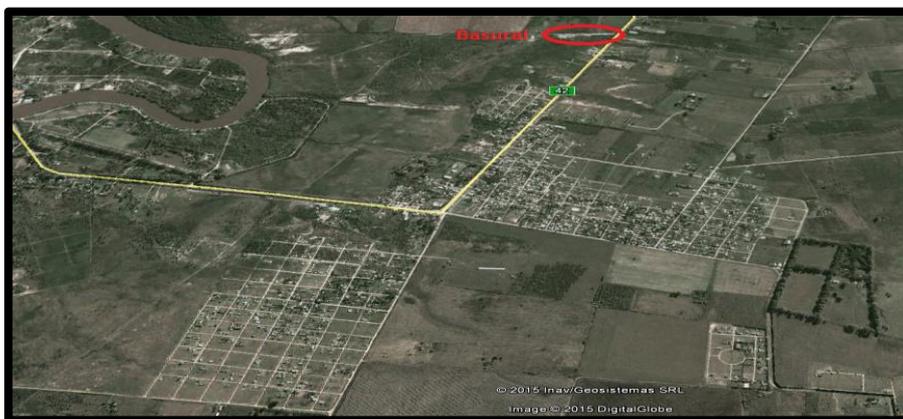


Figura II-40 - Ubicación del basural de Pueblo Belgrano.



Figura II-41 Cesto de basura colocado por el municipio.

**PLANO II-2 PROVISIÓN DE AGUA POTABLE**

PROYECTO FINAL

# CAPÍTULO III:

Diagnóstico.

ALUMNOS:

- Cergneux, Emmanuel Facundo.
- Fellay, Andrea Soledad.
- Ipperi, Enzo Paolo.

### III. Diagnóstico

En este capítulo serán expuestas las conclusiones realizadas luego de analizada la información obtenida en el relevamiento, atendiendo principalmente a factores como economía, instalaciones y servicios. Y de esta manera inferir la situación actual del municipio.

Es importante destacar la cercanía y vinculación con el municipio de Gualaguaychú. El acceso más directo y utilizado se hace a través del puente Méndez Casariego, el cual no permite el tránsito pesado a excepción de un colectivo urbano cuyo recorrido une ambos municipios, separados apenas por 3 km. Mientras que el segundo acceso en importancia es el que vincula el municipio con la Ruta Nacional N°136, que comunica con la República Oriental del Uruguay.

El acceso a través del puente Méndez Casariego suele saturarse durante el verano debido a la concurrencia de visitantes al Balneario Ñandubaysal y Termas del Gualaguaychú. Mientras que en invierno el tránsito se torna caótico por el flujo de vehículos hacia el Parque Unzué. Debido a esta situación en la actualidad hay un proyecto para la ejecución de un nuevo puente, que unirá la ciudad de Gualaguaychú con el llamado “Camino de la costa”, también perteneciente al Municipio de Gualaguaychú. De esta forma se busca lograr una agilización del tránsito en la zona. Este nuevo puente reactivara un acceso de tierra que une el “Camino de la costa” con Pueblo Belgrano.

Si estas circunstancias son aprovechadas, el municipio crecerá hacia la zona en la cual actualmente se están efectuando nuevos loteos y hacia el sudeste donde se está planeando lotear a futuro.

Los 2179 habitantes de Pueblo General Belgrano se distribuyen en una gran extensión territorial con sectores de baja densidad poblacional y terrenos inutilizados dentro del ejido urbano.

Del plano de densidad poblacional surge que hay dos zonas en la que ésta es mayor. El sector más poblado se desarrolla en torno a la plaza principal, debido de los edificios públicos y las manzanas aledañas. El segundo sector, con una menor densidad que el anterior, se registra en los nuevos loteos alrededor de las dos plazas recientemente inauguradas.

Se observó que los servicios públicos como agua potable y cloacas, cordón cuneta e iluminación, no llegan a todos los vecinos. El servicio de agua potable es suministrado por la Cooperativa de Agua Potable.

Por otro lado el sistema cloacal colecta los desechos de algo más de 800 usuarios, por gravedad, descargándolos en las lagunas de estabilización municipales. Haciéndose necesaria una inminente ampliación para poder cubrir las necesidades de todos los vecinos.

El desagüe pluvial se efectúa mediante cordón cuneta en la zona más urbanizada, no siendo así en el resto de la localidad.

En la zona del acceso, entre la bajada al Parque Unzué y las Termas de Gualaguaychú se observó que durante las lluvias el agua queda estanca, generándose proliferación de mosquitos y vegetación además de molestias varias.

La recolección de residuos es realizada por el Municipio, se da en forma correcta con una frecuencia acorde a la cantidad de residuos generados. El basural se encuentra a escasos kilómetros de la zona urbanizada, con el agravante de que los residuos se arrojan deliberadamente sin ningún tipo de control ni tratamiento previo.

El servicio de alumbrado público no presenta déficit actual.

El municipio carece de red de gas natural. Actualmente existe un proyecto para la futura conexión al servicio.

En el área de salud, los servicios que se brindan son básicos, pero según lo relevado son los necesarios para la localidad ya que es normal que los habitantes tomen a Gualaguaychú como principal centro de salud.

Las actividades culturales y recreativas no cuentan con un espacio físico para su desarrollo. Siendo necesario un SUM (Salón de Usos Múltiples).

Concierne a lo relevado, el edificio municipal necesita ser reubicado, con un diseño acorde a su funcionamiento.

En afinidad a la estructura turística, se observa que la relación entre la oferta de alojamiento que posee la ciudad respecto a la demanda que los distintos eventos y atracciones ocasionan es acorde.

Por otro lado, el estado general de los demás atractivos locales es bueno, realizándose un adecuado mantenimiento de los distintos puntos de interés.

PROYECTO FINAL

# CAPÍTULO IV:

Objetivos y Formulación de Anteproyectos.

ALUMNOS:

- Cergneux, Emmanuel Facundo.
- Fellay, Andrea Soledad.
- Ipperi, Enzo Paolo.

## **IV. Objetivos y Formulación de Anteproyectos**

Luego de efectuar el relevamiento y el diagnóstico del municipio de Pueblo Belgrano, se evaluó las problemáticas que se debe abordar en el presente proyecto. A continuación se consignan el objetivo general y los particulares.

### **IV.1. Objetivos Generales**

Este trabajo tendrá como objetivo general impulsar la mejora de la planta urbana y el crecimiento poblacional de Pueblo General Belgrano.

### **IV.2. Objetivos particulares**

Aquí se procederá a describir las aspiraciones a alcanzar en cada uno de los proyectos que incumben a las distintas ramas de la ingeniería civil.

- Reubicar el Edificio Municipal y el Centro de Salud de manera tal que se permita el óptimo funcionamiento de los mismos.
- Crear un lugar destinado a diversas actividades culturales, recreativas y educativas.
- Impulsar la retención y crecimiento poblacional de la localidad.
- Facilitar la comunicación entre las ciudades de Gualeguaychú y Pueblo Belgrano.
- Proyectar un nuevo acceso como orientador del desarrollo urbano.
- Aumentar el valor agregado de terrenos circundantes.
- Impedir la saturación del acceso existente en épocas de mayor tránsito, brindando mayor seguridad y confort.
- Incentivar la ampliación del ejido urbano hacia sectores hoy despoblados.
- 

### **IV.3. Formulación de Anteproyectos**

Teniendo en cuenta el diagnóstico y los objetivos planteados, y con el fin de solucionar dichas problemáticas teniendo en cuenta los requerimientos de la cátedra, se plantean los siguientes anteproyectos:

#### **IV.3.1. ANTEPROYECTO N°1: Desarrollo vial e hidráulico de nuevo acceso a Pueblo Belgrano**

Contempla la construcción del nuevo acceso a Pueblo Belgrano, desde la intersección con la el nuevo puente sobre el río Gualeguaychú, zona “Camino de la Costa”, hasta la intersección con la Avenida 1° de Diciembre. Dicha extensión totaliza aproximadamente una longitud de 4,5 km.

La nueva red vial servirá de cauce al tránsito rodado que circule hacia el pueblo y el Balneario Ñandubaysal descongestionando el acceso existente en la actualidad así como también calificará la trama y el espacio urbano y contribuirá a formalizar el paisaje.

Se incluye el cálculo del paquete estructural y el estudio hidrológico de la zona aledaña a la vía presentándose una solución a la problemática pluvial.

#### **IV.3.2. ANTEPROYECTO N°2: Centro Cívico**

Trata sobre la construcción de un complejo que abarca disciplinas administrativas, de salud, culturales, recreativas y deportivas. De las cuales actualmente existe un déficit edilicio que las albergue. Dicha obra generará un nuevo punto de interés ofreciendo alternativas recreacionales a la población local y al turismo que visita la región.

Dentro de este capítulo, se elaboraron tres planes de necesidades para satisfacer los ítems destacados en el diagnóstico, un plan sobre lo administrativo, otro sobre el área de salud y uno sobre el espacio cultural-recreativo.

Partiendo de allí, se plasmó un diseño arquitectónico que se destaque en su entorno, cumpliendo con el marco legal correspondiente.

PROYECTO FINAL

# CAPÍTULO V:

Anteproyecto N°1:

Desarrollo vial e hidráulico de nuevo acceso a Pueblo Belgrano

ALUMNOS:

- Cergneux, Emmanuel Facundo.
- Fellay, Andrea Soledad.
- Ipperi, Enzo Paolo.

## **V. ANTEPROYECTO N°1: Desarrollo vial e hidráulico de nuevo acceso a Pueblo Belgrano**

En el presente capítulo se explicara el anteproyecto que comprende el desarrollo del nuevo acceso a realizarse a partir de la construcción del nuevo puente sobre el río Gualaguaychú, a cargo del gobierno de la provincia, el cual conectará con la localidad de Pueblo Belgrano y el camino hacia Camping “El Ñandubaysal”.

Básicamente, la obra proyectada trata sobre la extensión, reacondicionamiento y pavimentación del acceso desde el “Camino de la Costa” hasta la Avenida 1° de Diciembre.

Diseñándose y verificándose también las intersecciones correspondientes así como el estudio y cálculo de drenajes.

### **V.1. Introducción al diseño vial**

Para materializar una obra vial que sirva a una demanda específica de transporte se deben respetar una serie de exigencias externas ajenas al tránsito en sí que es necesario conciliar para optimizar la calidad de vida del entorno urbano afectado.

Sin embargo, el aspecto que rige dicha optimización es el económico, a partir del cual surgen los métodos para evaluar las diferentes alternativas y decidir la solución que en función de los recursos disponibles mejor responde a las necesidades de la comunidad.

De aquí se desprende que, a la resolución de los aspectos geométricos del diseño, no se puede eludir la tarea de situar el problema dentro de un espectro más amplio conformado por la realidad socio-económica del lugar.

En este tipo de estudios la adquisición de la información es uno de los aspectos esenciales, puesto a que permite ver de una manera clara y objetiva los problemas a solucionar. Para esto debe llevarse a cabo una exhaustiva planificación y programación de todo lo que se va a hacer, teniendo en cuenta cuáles datos se van a tomar, cuándo, dónde, cómo se van analizar y para qué se van a utilizar.

En este caso, los valores que se definieron fueron: la vida útil, la velocidad directriz, el nivel de servicio, el comportamiento de la vía respecto del tránsito pesado, entre otros. Varios de estos parámetros están relacionados con la categoría de la vía por lo que será necesario ubicarla dentro de un sistema de clasificación.

Como guía de las siguientes secciones se adoptó el Trabajo de Becario de Investigación del LEMaC Centro de Investigaciones Viales de la UTN de Facultad Regional de La Plata “Diseño geométrico de vías urbanas” y el “Manual de Carreteras” de los autores Blázquez - García.

### **V.2. Condicionantes externas**

Como en todo proyecto de ingeniería, se han identificado condicionantes que limitan el proyecto, tanto físicos, legales, de diseño, etc.

### **V.3. Clasificación de la red vial**

Se denomina red viaria al conjunto de caminos y carreteras que existen en un área determinada, una ciudad, una región, una nación- y que permite el desplazamiento de los vehículos entre dos puntos de la misma, enlazando además dicha región con el resto de vías exteriores que la circundan. Básicamente, se pueden diferenciar dos grandes tipos de redes: las redes viarias urbanas y las interurbanas.

En el presente caso la red es interurbana. En este tipo de redes predomina el tráfico de vehículos a motor en detrimento del peatonal, existiendo menores problemas de disposición de suelo, lo que posibilita una mayor libertad de trazado y una disposición más espaciada de enlaces para resolver las intersecciones entre vías.

Dentro de la clasificación de vías interurbanas se la ubica como carretera convencional ya que constará de dos carriles, uno para cada sentido de circulación, con intersecciones a nivel y accesos directos desde sus márgenes. (Fuente: “MANUAL DE CARRETERAS” de los autores Blázquez-García).

#### **V.3.1. Vida útil**

Dado que uno de los objetivos del proyecto es el de orientar y fomentar el desarrollo urbano, se decidió prever una vida útil de 20 años, contando como año de construcción el 2016, por lo que el final del período de utilidad del mismo será en el año 2036.

#### **V.3.2. Velocidad directriz**

La Velocidad Directriz es la máxima velocidad segura a la que se puede transitar sobre un camino bajo condiciones de bajo volumen de tránsito, buen tiempo y visibilidad considerando un conductor de habilidad media circulando en un vehículo en buenas condiciones mecánicas. (Fuente: “DISEÑO GEOMÉTRICO DE VIAS URBANAS” Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de la Plata.).

Se establece una velocidad directriz de 40 km/h para todos los aspectos relacionados con el proyecto de la vía.

Las velocidades directrices condicionarán la adopción de los diferentes parámetros de diseño del perfil longitudinal (radios de giro, pendientes, etc.).

#### **V.3.3. Nivel de servicio**

El nivel de servicio se encuentra referido a una serie de medidas cualitativas que caracterizan las condiciones de operación dentro de la corriente de tránsito y su percepción por parte de los conductores y pasajeros.

Los factores que determinan el nivel de servicio son:

- Velocidad de Operación.
- Tiempo de viaje.
- Libertad para maniobrar.

- Interrupciones del flujo vehicular.
- Comodidad de la conducción

Se plantea al final de la vida útil otorgar un nivel de servicio D, el cual se considera el más bajo que puede garantizar una circulación fluida.

### V.3.4. Vehículo de diseño

Las dimensiones de los vehículos y la movilidad son factores que poseen gran incidencia en el diseño de una red vial. El largo, el ancho y el alto de los vehículos condicionan elementos de la sección transversal, radios de giro y los ensanches de calzada en curvas. Mientras que el peso es uno de los factores determinantes del cálculo estructural de pavimento y estructuras.

Actualmente Pueblo Belgrano cuenta con una única línea de colectivo urbano, si se considera el crecimiento de la población a futuro y la afluencia turística durante el verano se deberá permitir un movimiento fluido de colectivos. Por lo que se adoptó como vehículo tipo para regular los parámetros geométricos mínimos a garantizar en todos los elementos, el camión rígido de tres ejes o colectivo. Se buscaron en las tablas de Vialidad Nacional los radios requeridos por el colectivo que habitualmente realiza el transporte de pasajeros en la zona. En la Figura V-1 se pueden ver los radios máximo y mínimo.

El resto de la red, y particularmente las intersecciones debe diseñarse para una circulación fluida de los vehículos ligeros y para permitir una confortable maniobrabilidad de los vehículos de los servicios urbanos (basuras, bomberos, mudanzas, etc.). En ese sentido, se adoptó como vehículo tipo para regular los parámetros geométricos mínimos a garantizar en todos los elementos el vehículo ligero, debiendo preverse la circulación a baja velocidad de los vehículos de servicio citados.

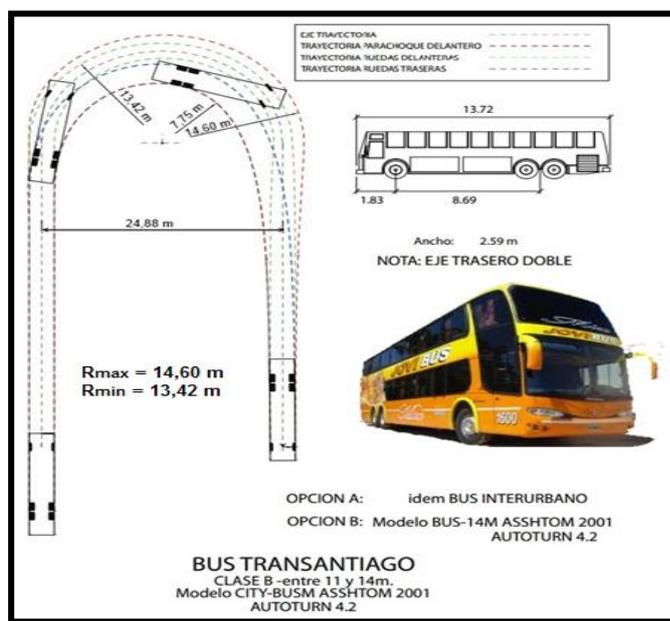


Figura V-1 Radios máximo y mínimo de un colectivo. Fuente: Jovi bus S.R.L

### V.3.5. Proceso de diseño de la vía interurbana

En los incisos siguientes se detallan todos los elementos necesarios a definir para enmarcar el anteproyecto de la vía.

### V.3.6. Capacidad

La capacidad de una vía es su potencial para acomodar vehículos y constituye uno de los aspectos fundamentales en el proyecto y planificación de vías urbanas. Se define como el máximo número de vehículos que pueden pasar por un punto dado bajo las condiciones actuales. (Fuente: “Manual de Vialidad Urbana” – Ministerio de desarrollo urbano República de Venezuela).

Los requerimientos de capacidad para el final de la vida útil de la vía, deben ser satisfechos por dicha red.

### V.3.7. Demanda

#### V.3.7.1. Cálculo del Volumen Horario de Diseño

La demanda de vehículos a la cual estará sometida la vía puede expresarse a través del concepto de Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) que constituye la medida más común del volumen circulante por una vía. Sin embargo, a efectos del cálculo se utiliza lo que se llama Volumen Horario de Diseño (VHD) el cual guarda estricta relación con el TMDA. Si se elige una hora de diseño baja, se disminuye el riesgo de que la capacidad de la vía se vea superada por el tránsito, durante algún momento del año, pero supone mayores gastos ya que la vía se dimensiona con un volumen horario de diseño muy elevado. Por otra parte, si se elige una hora de diseño alta, los costos serán mucho menores, pero existirá una mayor probabilidad de que el tránsito sea mayor que el supuesto y la vía no pueda satisfacer las condiciones del mismo.

Para determinar tal característica se realizaron diversos conteos manuales, que claro está no representan naturalmente el flujo del tránsito verdadero, ya que para saber bien esta condición se necesitaría equipamiento y muchos días de trabajo de campo el cual no está al alcance de este proyecto, pero de todas maneras nos dan una orientación de la situación actual del movimiento del tránsito.

Estos conteos realizados consisten en relevar la cantidad de vehículos, especificando su tipo y dirección del movimiento. Los conteos se efectuaron en la cabecera del puente Méndez Casariego ubicada en la intersección de calles Bernard y de León, como puede apreciarse en la Figura V-2, los mismos tuvieron una duración de una hora y arrojaron los resultados que pueden apreciarse en la Tabla V-1.

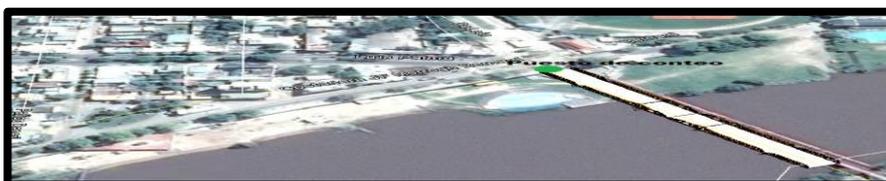


Figura V-2 Puesto de conteo para TMDA

Para obtener el TMDA a partir de conteos horarios se recurrió a una metodología desarrollada por la Dirección Nacional de Vialidad, la cual ha sido de gran aceptación en este tipo de proyectos dada la imposibilidad operativa de medir los volúmenes pasantes durante todo un año calendario. Dicha metodología se basa en la obtención del TMDA mediante el uso de coeficientes que afectan los conteos obtenidos en el terreno. Estos factores de ajuste son obtenidos por Vialidad Nacional mediante el análisis de las series históricas obtenidas en puestos de conteos permanentes ubicados en distintos puntos del país.

En este caso no existe ninguna vía que posea dichos conteos y de características similares a las nuestras, pero dado el alcance de nuestro proyecto se decidió tomar como referencia los valores correspondientes al tramo ubicado en la Ruta Nacional N°14 Tramo Acceso a Gualeguaychú (D)-Intersección Ruta Provincial N° 20.

En la Tabla V-2 se observa el cálculo del TMDA, mediante la aplicación del factor de ajuste mensual al volumen diario hallado anteriormente.

Del valor de TMDA hallado solo se utilizará para el anteproyecto en cuestión la mitad, porque una vez ejecutado el nuevo puente sobre el río Gualeguaychú los vehículos tendrán dos opciones de paso.

| Volumen Diario de los días seleccionados |                        |   |                    |        |                     |        |                 |                         |                |
|--|------------------------|---|--------------------|--------|---------------------|--------|-----------------|-------------------------|----------------|
| Localización                             | Maniobra               | Período de Conteo                         | Número Vehículos   |        |                     |        | Volumen Horario | Factor de Ajuste Diario | Volumen Diario |
|  |                        |   | Sentido Ascendente |        | Sentido Descendente |        |                 |                         |                |
|  |                        |   | Tipo Vehículo      | 1 hora | Tipo Vehículo       | 1 hora |                 |                         |                |
| Puente Mendez Casariego                  | Circulación por Puente | Tarde<br>17:00 a 18:00<br>hs<br>10/05/15  | Autos              | 375    | Autos               | 570    | 1176            | 13,7                    | 16111          |
|  |                        |   | Camionetas         | 111    | Camionetas          | 120    |                 |                         |                |
|  |                        |   | Camión liviano     | 0      | Camión liviano      | 1      | 4               | 13,7                    | 55             |
|  |                        |   | Colectivos         | 2      | Colectivos          | 1      |                 |                         |                |
| Puente Mendez Casariego                  | Circulación por Puente | Mañana<br>10:00 a 11:00<br>hs<br>14/05/15 | Autos              | 108    | Autos               | 180    | 438             | 20,5                    | 8979           |
|  |                        |   | Camionetas         | 76     | Camionetas          | 74     |                 |                         |                |
|  |                        |   | Camión liviano     | 3      | Camión liviano      | 2      | 9               | 20,5                    | 185            |
|  |                        |   | Colectivos         | 2      | Colectivos          | 2      |                 |                         |                |
| Puente Mendez Casariego                  | Circulación por Puente | Tarde<br>14:00 a 15:00<br>hs<br>14/05/15  | Autos              | 110    | Autos               | 105    | 368             | 19,8                    | 7286           |
|  |                        |   | Camionetas         | 75     | Camionetas          | 78     |                 |                         |                |
|  |                        |   | Camión liviano     | 1      | Camión liviano      | 2      | 7               | 19,8                    | 139            |
|  |                        |   | Colectivos         | 2      | Colectivos          | 2      |                 |                         |                |

**Tabla V-1 Volumen Diario Vehicular en Puente Méndez Casariego.**

| Volumen Diario Promedio |             |       | $f_m$ | TMDA  | TMDA Total |
|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|------------|
| Puente Mendez Casariego | Automóviles | 10792 | 1,228 | 13253 | 13408      |
|                         | Camiones    | 126   | 1,228 | 155   |            |

**Tabla V-2 TMDA en Puente Méndez Casariego.**

**V.3.7.2. Estimación del tránsito medio diario anual futuro**

Para ello se hace una estimación exponencial tomando como parámetros el tránsito medio diario anual actual, las tasas de crecimiento del tráfico de los distintos tipos de vehículos, y la cantidad de años a la cual se desea hacer la estimación.

La fórmula para estimar el tránsito medio diario anual al final de la vida útil de la vía es:

$$TMDA_n = TMDA_0 * (1 + i)^n$$

TMDA<sub>n</sub>: Tránsito medio diario anual estimado dentro de “n” años.

TMDA<sub>0</sub>: Tránsito medio diario anual actual.

i : Tasa anual de crecimiento.

n: Cantidad de años a la cual se desea hacer la estimación.

Fue adoptada una tasa anual de crecimiento i= 7,5%, que surge de la realización de un promedio del crecimiento del parque automotor en Entre Ríos, período 2003-2013, según datos estadísticos elaborados por la Agencia Tributaria de Entre Ríos (ATER).

El cálculo del mismo puede observarse en la Tabla V-3

| Estimación del TMDA durante la vida útil del proyecto |             |     |          |     |            |
|---|-------------|-----|----------|-----|------------|
| Año   | Automóviles |     | Camiones |     | TMDA Total |
|   | TMDA        | i%  | TMDA     | i%  |            |
| 0   | 6626        | 7,5 | 77       | 2,5 | 6704       |
| 1   | 7123        | 7,5 | 79       | 2,5 | 7203       |
| 2   | 7658        | 7,5 | 81       | 2,5 | 7739       |
| 3   | 8232        | 7,5 | 83       | 2,5 | 8315       |
| 4   | 8849        | 7,5 | 85       | 2,5 | 8935       |
| 5   | 9513        | 7,5 | 88       | 2,5 | 9601       |
| 6   | 10227       | 7,5 | 90       | 2,5 | 10316      |
| 7   | 10994       | 7,5 | 92       | 2,5 | 11085      |
| 8   | 11818       | 7,5 | 94       | 2,5 | 11912      |
| 9   | 12704       | 7,5 | 97       | 2,5 | 12801      |
| 10  | 13657       | 7,5 | 99       | 2,5 | 13756      |
| 11  | 14682       | 7,5 | 101      | 2,5 | 14783      |
| 12  | 15783       | 7,5 | 104      | 2,5 | 15887      |
| 13  | 16966       | 7,5 | 107      | 2,5 | 17073      |
| 14  | 18239       | 7,5 | 109      | 2,5 | 18348      |
| 15  | 19607       | 7,5 | 112      | 2,5 | 19719      |
| 16  | 21077       | 7,5 | 115      | 2,5 | 21192      |
| 17  | 22658       | 7,5 | 118      | 2,5 | 22776      |
| 18  | 24357       | 7,5 | 121      | 2,5 | 24478      |
| 19  | 26184       | 7,5 | 124      | 2,5 | 26308      |
| 20  | 28148       | 7,5 | 127      | 2,5 | 28275      |

**Tabla V-3 Estimación de TMDA futuro**

### V.3.7.3. Cálculo del flujo de diseño

El flujo de diseño, finalmente, será igual al volumen horario de diseño, dividido por un coeficiente que contempla la relación entre el volumen de tráfico que circula durante el cuarto de hora de mayor tráfico, con respecto al volumen promedio que circula durante la hora completa.

$$FHP = \frac{VHD}{FHD}$$

Donde:

VHD: Volumen horario de diseño.

FHD: Flujo horario de diseño.

FHP: Factor de hora punta o pico. Se extrae de la de la Tabla V-4.

| Cálculo de la Intensidad de Servicio |      |      |      |      |   |
|--------------------------------------|------|------|------|------|---|
| Nivel de Servicio                    | A    | B    | C    | D    | E |
| Factor de Hora Punta                 | 0,91 | 0,92 | 0,94 | 0,95 | 1 |

Tabla V-4 Factor de Hora Punta (FHP). Fuente: Manual de Carreteras.

$$VHD = 0,12 * TMD = 0,12 * 6704 = 804 \text{ v/h}$$

$$FHP = \frac{804 \text{ v/h}}{0,95} = 856 \text{ v/h}$$

### V.3.8. Verificación del nivel de servicio

Para poder describir las condiciones de operación que un conductor experimentará durante su viaje por una vía de circulación se introdujo el concepto de nivel de servicio. El cual representa una medida del grado de congestión del tránsito de una trocha o calzada.

Para ello además de una descripción cualitativa de dichos niveles de servicio, se ha tratado de efectuar su determinación cuantitativa, en base a las velocidades de operación y relación entre volúmenes admitidos y capacidad del camino, para cada tipo de carretera rural (de dos trochas indivisas, de calzadas divididas, etc.).

Dichos niveles de servicio van desde el A hasta el F. En la Figura V-3 se hace una descripción de cada uno de los niveles de servicio:

| Niveles de servicio en vías interurbanas |   |   |
|--|---|---|
| <b>A</b>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>La velocidad de los vehículos es la que elige libremente cada conductor</li> <li>Cuando un vehículo alcanza a otro más lento puede adelantarlo sin sufrir demora</li> <li>Condiciones de circulación <b>libre y fluida</b></li> </ul>            |  |
| <b>B</b>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>La velocidad de los vehículos más rápidos se ve influenciada por otros vehículos</li> <li>Pequeñas demoras en ciertos tramos, aunque sin llegar a formarse colas</li> <li>Circulación <b>estable a alta velocidad</b></li> </ul>                 |  |
| <b>C</b>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>La velocidad y la libertad de maniobra se hallan más reducidas, formándose grupos</li> <li>Aumento de demoras de adelantamiento</li> <li>Formación de colas poco consistentes</li> <li>Nivel de circulación <b>estable</b></li> </ul>            |  |
| <b>D</b>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Velocidad reducida y regulada en función de la de los vehículos precedentes</li> <li>Formación de colas en puntos localizados</li> <li>Dificultad para efectuar adelantamientos</li> <li>Condiciones <b>inestables</b> de circulación</li> </ul> |  |
| <b>E</b>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Velocidad reducida y uniforme para todos los vehículos, del orden de 40-50 km/h</li> <li>Formación de largas colas de vehículos</li> <li>Imposible efectuar adelantamientos</li> <li>Define la <b>capacidad</b> de una carretera</li> </ul>      |  |
| <b>F</b>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Formación de largas y densas colas</li> <li>Circulación intermitente mediante parones y arrancadas sucesivas</li> <li>La circulación se realiza de forma <b>forzada</b></li> </ul>   |  |

Figura V-3 Descripción de los niveles de servicio. Fuente: Manual de Carreteras

Para cuantificar el nivel de servicio, se utiliza la siguiente fórmula:

$$IS_i = 2800 * \frac{I}{C_i} * f_R * f_A * f_{VP}$$

Donde:

$IS_i$  = Intensidad de servicio para el nivel de servicio i.

$(I/C)_i$  = Relación intensidad – capacidad para el nivel de servicio i.

$f_R$  = Factor de ajuste por reparto de sentidos.

$f_A$  = Factor de ajuste por anchos de carriles y banquetas.

$f_{VP}$  = Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados.

Las relaciones I/C (intensidad - capacidad) para cada nivel de servicio, se obtienen de la Tabla V-5, entrando con el tipo de topografía presente (llano) y con el porcentaje de zona de no sobrepaso (60%) y el nivel de servicio (D).

| Niveles de servicios para tramos de carreteras de dos carriles de características geométricas normales |                 |         |                     |      |      |      |      |      |
|--|-----------------|---------|---------------------|------|------|------|------|------|
| Relación I/C   |                 |         |                     |      |      |      |      |      |
| NS   | % DEM. EN TIEM. | $V_m^b$ | Terreno Llano       |      |      |      |      |      |
|  |                 |         | % Zona no sobrepaso |      |      |      |      |      |
|  |                 |         | 0                   | 20   | 40   | 60   | 80   | 100  |
| A  | ≤ 30            | ≥ 93    | 0,15                | 0,12 | 0,09 | 0,07 | 0,05 | 0,04 |
| B  | ≤ 45            | ≥ 88    | 0,27                | 0,24 | 0,21 | 0,19 | 0,17 | 0,16 |
| C  | ≤ 60            | ≥ 83    | 0,43                | 0,39 | 0,36 | 0,34 | 0,33 | 0,33 |
| D  | ≤ 75            | ≥ 70    | 0,64                | 0,62 | 0,6  | 0,59 | 0,58 | 0,58 |
| E  | > 75            | ≥ 72    | 1                   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| F  | 100             | < 72    | -                   | -    | -    | -    | -    | -    |

Tabla V-5 Relación I/C. Fuente: Manual de Carreteras

Luego determinamos el valor del factor de ajuste por reparto por sentidos, que se obtiene de la Tabla V-5, ingresando con el porcentaje del tráfico por sentido.

El factor de ajuste por anchos de carriles y banquetas se obtiene de la Tabla V-6, entrando con el ancho del carril (3,6m) y el ancho de la banquina (1,8m) obtenemos así para un nivel de servicio.

Luego se procede a calcular en factor de ajuste por presencia de vehículos pesado, el cual se determina mediante la siguiente expresión:

$$F_{VP} = \frac{1}{1 + P_c * (E_c - 1) + P_r * (E_r - 1) + P_b * (E_b - 1)}$$

Donde:

Pc = Proporción de camiones en el tráfico de subida.

Ec = Equivalente de camiones en vehículos ligeros.

Pr = Proporción de vehículos de recreo en el tráfico de subida.

Er = Equivalente de vehículos de recreo en vehículos ligeros.

Pb = Proporción de autobuses en el tráfico de subida.

Eb = Equivalente de autobuses de recreo en vehículos ligeros.

Las proporciones se obtienen directamente de los datos sobre el tráfico. En este caso, no existe una proporción de vehículos de recreo ni de autobuses, y el porcentaje de camiones es del 1%.

Los equivalentes en vehículos ligeros se extraen de la Tabla V-8, ingresando con el tipo de vehículo (Camiones), el nivel de servicio (D) y el tipo de terreno (llano).

| Factores de ajuste del reparto por sentidos en tramos de características geométricas normales |       |       |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Reparto por sentidos  | 100/0 | 90/10 | 80/20 | 70/30 | 60/40 | 50/50 |
| Factor de ajuste $f_R$  | 0,71  | 0,75  | 0,83  | 0,89  | 0,94  | 1     |

Tabla V-6 Factor de ajuste por sentido. Fuente: Manual de Carreteras

| Factores de ajuste por el efecto combinado de la anchura de los carriles $f_A$ |                    |      |                    |      |                    |      |                    |      |
|--|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|
| Anchura útil de banquina   | Carriles 3,60      |      | Carriles 3,30      |      | Carriles 3,00      |      | Carriles 2,70      |      |
|  | Nivel de servicio. |      | Nivel de servicio. |      | Nivel de servicio. |      | Nivel de servicio. |      |
|  | A-D                | E    | A-D                | E    | A-D                | E    | A-D                | E    |
| 1,8  | 1                  | 1    | 0,93               | 0,94 | 0,84               | 0,87 | 0,7                | 0,76 |
| 1,2  | 0,92               | 0,97 | 0,85               | 0,92 | 0,77               | 0,85 | 0,65               | 0,74 |
| 0,6  | 0,81               | 0,93 | 0,75               | 0,88 | 0,68               | 0,81 | 0,57               | 0,7  |
| 0  | 0,7                | 0,88 | 0,65               | 0,82 | 0,58               | 0,75 | 0,49               | 0,66 |

Tabla V-7 Factor de ajuste por ancho de carril y banquina. Fuente: Manual de Carreteras.

| Equivalentes en vehículos ligeros de camiones, vehículos de recreo y autobuses para carreteras de dos carriles en tramos de condiciones geométricas normales |                    |                  |          |           |
|--|--------------------|------------------|----------|-----------|
| Tipo de vehículo.  | Nivel de servicio. | Tipo de terreno. |          |           |
|  |                    | Llano            | Ondulado | Montañoso |
| Camiones E <sub>C</sub> .  | A                  | 2                | 4        | 7         |
|  | B y C              | 2,2              | 5        | 10        |
|  | D y E              | 2                | 5        | 12        |
| Vehículos de recreo E <sub>R</sub> .   | A                  | 2,2              | 3,2      | 5         |
|  | B y C              | 2,5              | 3,9      | 5,2       |
|  | D y E              | 1,6              | 3,3      | 5,2       |
| Autobuses E <sub>B</sub> .   | A                  | 1,8              | 3        | 5,7       |
|  | B y C              | 2                | 3,4      | 6         |
|  | D y E              | 1,6              | 2,9      | 6,5       |

Tabla V-8 Equivalente en vehículos ligeros de camiones, vehículos de recreo y autobuses para carreteras de dos carriles en tramos de condiciones geométricas normales. Fuente: Manual de Carreteras

Una vez hallados los factores involucrados en la ecuación se procede a verificar el nivel de servicio de la vía para los próximos 20 años. Dicho cálculo se puede observar en la Tabla V-9.

Como puede observarse en la tabla a partir del año 10 el nivel de servicio propuesto se ve superado, siendo necesario recurrir a una solución para permitir que la vía siga cumpliendo con el propósito para el cual fue proyectada.

Es por esto que se propone la construcción de una tercera trocha y de una cuarta a partir del año 20 para poder absorber el tránsito vehicular excedente.

| Análisis Nivel de Servicio D |       |          |       |       |      |    |      |    |      |     |     |      |       |           |                |
|------------------------------|-------|----------|-------|-------|------|----|------|----|------|-----|-----|------|-------|-----------|----------------|
| Año                          | Autos | Camiones | % Cam | TMDA  | I/C  | Fr | FHP  | Fa | VHD  | Ec  | Fvp | Is   | Flujo | Is>Flujo  | Nivel Servicio |
| 0                            | 6626  | 77       | 1,15% | 6704  | 0,59 | 1  | 0,94 | 1  | 804  | 2,2 | 1   | 1629 | 856   | VERDADERO | C              |
| 1                            | 7123  | 79       | 1,10% | 7203  | 0,59 | 1  | 0,94 | 1  | 864  | 2,2 | 1   | 1630 | 919   | VERDADERO | C              |
| 2                            | 7658  | 81       | 1,05% | 7739  | 0,59 | 1  | 0,95 | 1  | 929  | 2   | 1   | 1635 | 978   | VERDADERO | D              |
| 3                            | 8232  | 83       | 1,00% | 8315  | 0,59 | 1  | 0,95 | 1  | 998  | 2   | 1   | 1636 | 1050  | VERDADERO | D              |
| 4                            | 8849  | 85       | 0,96% | 8935  | 0,59 | 1  | 0,95 | 1  | 1072 | 2   | 1   | 1636 | 1129  | VERDADERO | D              |
| 5                            | 9513  | 88       | 0,91% | 9601  | 0,59 | 1  | 0,95 | 1  | 1152 | 2   | 1   | 1637 | 1213  | VERDADERO | D              |
| 6                            | 10227 | 90       | 0,87% | 10316 | 0,59 | 1  | 0,95 | 1  | 1238 | 2   | 1   | 1638 | 1303  | VERDADERO | D              |
| 7                            | 10994 | 92       | 0,83% | 11085 | 0,59 | 1  | 0,95 | 1  | 1330 | 2   | 1   | 1638 | 1400  | VERDADERO | D              |
| 8                            | 11818 | 94       | 0,79% | 11912 | 0,59 | 1  | 0,95 | 1  | 1429 | 2   | 1   | 1639 | 1505  | VERDADERO | D              |
| 9                            | 12704 | 97       | 0,75% | 12801 | 0,59 | 1  | 0,95 | 1  | 1536 | 2   | 1   | 1640 | 1617  | VERDADERO | D              |
| 10                           | 13657 | 99       | 0,72% | 13756 | 0,59 | 1  | 1    | 1  | 1651 | 2   | 1   | 1640 | 1651  | FALSO     | D              |
| 11                           | 14682 | 101      | 0,69% | 14783 | 0,59 | 1  | 1    | 1  | 1774 | 2   | 1   | 1641 | 1774  | FALSO     | E              |
| 12                           | 15783 | 104      | 0,65% | 15887 | 0,59 | 1  | 1    | 1  | 1906 | 2   | 1   | 1641 | 1906  | FALSO     | E              |
| 13                           | 16966 | 107      | 0,62% | 17073 | 0,59 | 1  | 1    | 1  | 2049 | 2   | 1   | 1642 | 2049  | FALSO     | E              |
| 14                           | 18239 | 109      | 0,60% | 18348 | 0,59 | 1  | 1    | 1  | 2202 | 2   | 1   | 1642 | 2202  | FALSO     | E              |
| 15                           | 19607 | 112      | 0,57% | 19719 | 0,59 | 1  | 1    | 1  | 2366 | 2   | 1   | 1643 | 2366  | FALSO     | E              |
| 16                           | 21077 | 115      | 0,54% | 21192 | 0,59 | 1  | 1    | 1  | 2543 | 2   | 1   | 1643 | 2543  | FALSO     | E              |
| 17                           | 22658 | 118      | 0,52% | 22776 | 0,59 | 1  | 1    | 1  | 2733 | 2   | 1   | 1644 | 2733  | FALSO     | F              |
| 18                           | 24357 | 121      | 0,49% | 24478 | 0,59 | 1  | 1    | 1  | 2937 | 2   | 1   | 1644 | 2937  | FALSO     | F              |
| 19                           | 26184 | 124      | 0,47% | 26308 | 0,59 | 1  | 1    | 1  | 3157 | 2   | 1   | 1644 | 3157  | FALSO     | F              |
| 20                           | 28148 | 127      | 0,45% | 28275 | 0,59 | 1  | 1    | 1  | 3393 | 2   | 1   | 1645 | 3393  | FALSO     | F              |

Tabla V-9 Verificación del Nivel de Servicio

## V.4. Diseño geométrico

### V.4.1. Cálculo de la longitud límite de pendiente

Es la máxima longitud que debe tener una rampa para que las demoras ocasionadas por la imposibilidad de sobrepaso a los vehículos pesados no originen una caída en el nivel de servicio.

Para este anteproyecto los vehículos pesados no son determinantes debido al bajo porcentaje (1%) de circulación de los mismos por la vía en cuestión por lo tanto el cálculo no se efectuara.

### V.4.2. Cálculo de radio mínimo de curvas horizontales

Las curvas circulares tienen las propiedades de radio, ángulo de desviación y longitud de la curva. Desde los orígenes de la actividad vial en forma natural e instintiva, los prácticos la adoptaron para su empleo en caminos, con las rectas. En las rectas no actúa la aceleración centrífuga, en las curvas circulares sí y su magnitud es proporcional a la inversa del radio de la curva. De ello se deduce que la aceleración centrífuga presentará una discontinuidad en el empalme recta-curva (aparición brusca de aceleración centrífuga), y en los empalmes entre curvas circulares de diferente radio (variación brusca de aceleración centrífuga).

En altas velocidades este fenómeno resulta molesto y puede poner en peligro la seguridad de los pasajeros de los vehículos.

Para la velocidad directriz y peralte máximo dados, es el valor del radio correspondiente a la condición límite de seguridad contra el deslizamiento lateral: fricción transversal húmeda máxima.

Para el cálculo del radio de giro según el modelo matemático de AASHTO, transformado el problema dinámico en estático, se obtiene:

$$\frac{V^2}{R} = (e + ft) * g = \alpha * g$$

Donde:

V: Velocidad directriz, m/s

R: Radio, m

e: Peralte, m/m

ft: Fricción transversal húmeda

g : Aceleración de la gravedad = 9,8 m/s<sup>2</sup>

$\alpha$  : Coeficiente centrífugo= (e+ft)

V = velocidad directriz, km/h, resulta:

Expresando la velocidad en km/h y reemplazando el valor de g resulta:

$$R = \frac{V^2}{127(e + ft)}$$

El uso de radios menores que los mínimos exigirá el empleo de peraltes mayores que los considerados prácticos o la estimación de coeficiente de rozamiento más allá de los límites de seguridad.

El valor de coeficiente de rozamiento según las normas DNV viene dado por:

$$\begin{aligned} \text{Para } V \leq 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} & ; \quad ft_{\text{máx}} = 0,188 - \frac{3V}{5000} \\ \text{Para } V > 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} & ; \quad ft_{\text{máx}} = 0,24 - \frac{V}{800} \end{aligned}$$

Para nuestro proyecto la velocidad de diseño de automóviles es de 40 km/h, por lo tanto:

$$f = 0,188 - \frac{3V}{5000} = 0,188 - \frac{3 * 40 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{5000} = 0,164$$

Las tablas proporcionadas por dichas normas, indicadas en la Figura V-4, establecen el coeficiente de rozamiento máximo para los correspondientes valores de velocidad.

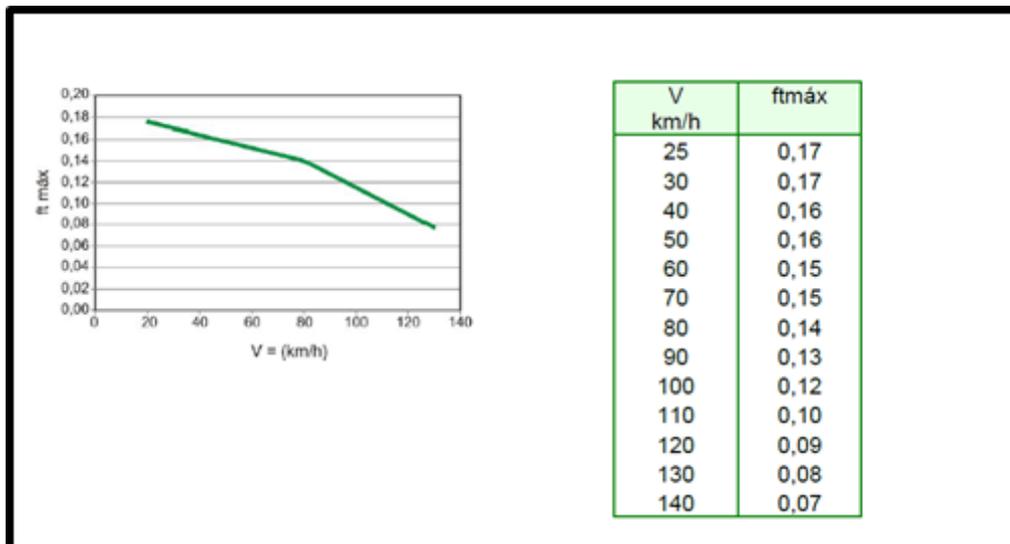


Figura V-4 Coeficiente  $ft_{\text{máx}}$  y coeficiente de fricción transversal en función de V. Fuente: DNV.

Según las recomendaciones de Dirección Nacional de Vialidad, adoptamos un peralte del 4%, valor que se ubica por debajo del máximo permitido en zonas próximas a las urbanas, con vehículos que operan a bajas velocidades, o en zonas rurales o llanas (6%).

Cálculo de radio mínimo absoluto para curvas horizontales

Para la velocidad directriz y peralte máximo dados, es el valor del radio correspondiente a la condición límite de seguridad contra el deslizamiento lateral: fricción transversal húmeda máxima.

$$R_{\text{mín}} = \frac{V^2}{127(e_{\text{máx}} + ft_{\text{máx}})}$$

$$R_{\text{mín}} = \frac{(40 \frac{\text{km}}{\text{h}})^2}{127(0,04 + 0,164)}$$

$$R_{\min} = 61,76\text{m}$$

| Velocidad<br>directriz<br><br>km/h | Peralte máximo 6% |               | Peralte máximo 8% |               | Peralte máximo 10% |               |
|------------------------------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|--------------------|---------------|
|                                    | Radios mínimos    |               | Radios mínimos    |               | Radios mínimos     |               |
|                                    | Deseable<br>m     | Absoluto<br>m | Deseable<br>m     | Absoluto<br>m | Deseable<br>m      | Absoluto<br>m |
| 25                                 | 80                | 20            | 60                | 20            | 50                 | 20            |
| 30                                 | 120               | 30            | 90                | 30            | 70                 | 25            |
| 40                                 | 210               | 55            | 155               | 50            | 125                | 50            |
| 50                                 | 290               | 90            | 220               | 85            | 175                | 75            |
| 60                                 | 395               | 135           | 300               | 120           | 240                | 110           |
| 70                                 | 515               | 185           | 385               | 170           | 310                | 155           |
| 80                                 | 645               | 250           | 480               | 230           | 385                | 210           |
| 90                                 | 785               | 340           | 585               | 305           | 470                | 280           |
| 100                                | 935               | 450           | 700               | 405           | 560                | 365           |
| 110                                | 1095              | 585           | 820               | 520           | 655                | 470           |
| 120                                | 1270              | 755           | 950               | 665           | 760                | 595           |
| 130                                | 1450              | 970           | 1085              | 845           | 870                | 750           |
| 140                                | 1640              | 1235          | 1230              | 1065          | 985                | 935           |

Tabla V-10 Radios mínimos en curvas horizontales. Fuente: DNV

### V.5. Cálculo de radio mínimo deseable para curvas horizontales

Para la velocidad directriz y peralte máximo dados, es el valor del radio calculado con la velocidad media de marcha en flujo libre correspondiente a la velocidad directriz, para el cual el coeficiente de fricción transversal es la mitad del utilizado anteriormente.

$$R_{\text{deseable}} = \frac{v^2}{127 \left( e + \frac{ft}{2} \right)} = \frac{\left( 40 \frac{\text{km}}{\text{h}} \right)^2}{127 \left( 0,04 + \frac{0,164}{2} \right)}$$

$$R_{\text{míndes}} = 103,27\text{m}$$

### V.6. Generación de alternativas

Para la generación de las alternativas de trazado de la red vial se consideró que en el diseño geométrico de las mismas no solo intervienen los factores matemáticos, sino también el impacto social y ambiental que éste pueda generar, así como el planeamiento integrado del espacio urbano.

Se deben analizar las posibilidades y oportunidades que ofrece la topografía, no solamente para abaratar costos de construcción, sino también, para mejorar la articulación paisajística, reducir impactos sonoros, facilitar la comprensión de la red, ofrecer puntos de vista, facilitar el saneamiento, etc. Deberá tenerse en cuenta la conveniencia de reducir al mínimo la alteración de las condiciones preexistentes de suelo, vegetación y paisaje.

La red vial o cualquiera de sus partes no debe diseñarse de forma aislada, sino integrada en una concepción de conjunto con el espacio urbano y el resto de los elementos que lo componen (edificios, espacios libres, etc.), en función de las distintas actividades que en ellos se realizan.

Considerando lo anteriormente citado se plantearon 4 alternativas de trazado como puede observarse en la Figura V-5.



Figura V-5 Alternativas de trazado de red vial.

### V.7. Selección de alternativas

Para la selección de alternativas fueron ponderados los siguientes condicionantes: cuestiones urbanísticas, expropiación de terrenos, longitud, movimiento de suelos (desmonte y terraplenamiento) y cantidad de obras de arte. Centrándolos en dos ejes: Urbanístico y Económico. Al primero de los mismos se le asignó un 40% del valor de 1, por considerar de gran importancia que la traza permita la valorización de loteos y el desarrollo de edificación hacia las zonas de menor densidad poblacional. Mientras que el 60% restante, correspondiente al eje económico, fue distribuido acorde al impacto en el costo global de los ítems considerados: 20% expropiación de terrenos, 15% longitud, 15% movimiento de suelos y 10% obras de arte. Así también cada uno de los ítems, componentes de los ejes, fueron puntuados de 1 a 10, tomando 10 como la condición más favorable.

La información antes detallada puede observarse en las Tablas V-11 y V-12.

| Expropiación           | Valoración | Longitud | Valoración | Urbanística | Valoración | Movimiento de suelos       | Valoración | Obras de arte    | Valoración |
|------------------------|------------|----------|------------|-------------|------------|----------------------------|------------|------------------|------------|
| 0-10% Área de camino   | 10         | 0-1km    | 10         | Excelente   | 10         | 0-10000m <sup>3</sup>      | 10         | 1 alcantarilla   | 10         |
| 10-20% Área de camino  | 9          | 1-2km    | 9          |             | 9          | 10000-20000m <sup>3</sup>  | 9          | 2 alcantarillas  | 9          |
| 20-30% Área de camino  | 8          | 2-3km    | 8          | Muy buena   | 8          | 20000-30000m <sup>3</sup>  | 8          | 3 alcantarillas  | 8          |
| 30-40% Área de camino  | 7          | 3-4km    | 7          |             | 7          | 30000-40000m <sup>3</sup>  | 7          | 4 alcantarillas  | 7          |
| 40-50% Área de camino  | 6          | 4-5km    | 6          | Buena       | 6          | 40000-50000m <sup>3</sup>  | 6          | 5 alcantarillas  | 6          |
| 50-60% Área de camino  | 5          | 5-6km    | 5          |             | 5          | 50000-60000m <sup>3</sup>  | 5          | 6 alcantarillas  | 5          |
| 60-70% Área de camino  | 4          | 6-7km    | 4          | Regular     | 4          | 60000-70000m <sup>3</sup>  | 4          | 7 alcantarillas  | 4          |
| 70-80% Área de camino  | 3          | 7-8km    | 3          |             | 3          | 70000-80000m <sup>3</sup>  | 3          | 8 alcantarillas  | 3          |
| 80-90% Área de camino  | 2          | 8-9km    | 2          | Mala        | 2          | 80000-90000m <sup>3</sup>  | 2          | 9 alcantarillas  | 2          |
| 90-100% Área de camino | 1          | 9-10km   | 1          |             | 1          | 90000-100000m <sup>3</sup> | 1          | 10 alcantarillas | 1          |

Tabla V-11 Puntuación de los ítems considerados en la selección de alternativas.

|                     |   | Expropiación |             | Longitud |             | Urbanística |             | Movimiento de Suelos |             | Obras de arte |             | Total |
|---------------------|---|--------------|-------------|----------|-------------|-------------|-------------|----------------------|-------------|---------------|-------------|-------|
|                     |   | Puntaje      | Ponderación | Puntaje  | Ponderación | Puntaje     | Ponderación | Puntaje              | Ponderación | Puntaje       | Ponderación |       |
| <b>Alternativas</b> | 1 | 6            | 0,2         | 5        | 0,15        | 2           | 0,4         | 5                    | 0,15        | 4             | 0,1         | 3,90  |
|                     | 2 | 4            |             | 6        |             | 7           |             | 6                    |             | 6,00          |             |       |
|                     | 3 | 6            |             | 5        |             | 4           |             | 5                    |             | 4,70          |             |       |
|                     | 4 | 2            |             | 7        |             | 7           |             | 7                    |             | 6             |             | 5,90  |

**Tabla V-12 Selección de alternativas de trazado de red vial.**

### **V.8. Evaluación de Alternativas**

La alternativa elegida es la número 2 porque en el balance entre costos de expropiación, desmonte, terraplenamiento y obras de arte así como también considerando el diseño urbanístico es la más beneficiosa.

### **V.9. Parámetros de diseño de la sección transversal**

#### **V.9.1. Criterios generales**

La sección transversal de un camino es su intersección con un plano vertical perpendicular a la proyección horizontal del eje.

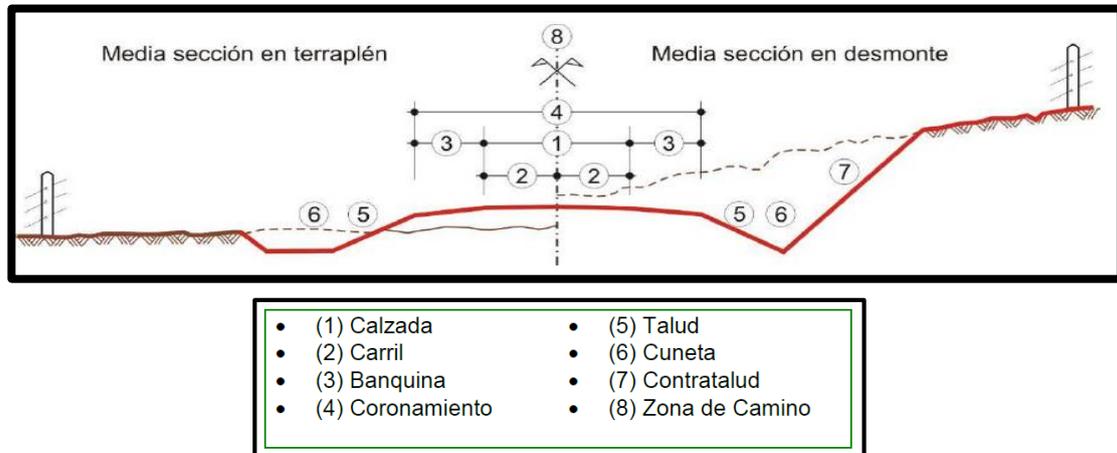
Las características de la sección transversal pueden ser geométricas (visibles) o estructurales (invisibles). Las características geométricas comprenden las formas, posiciones y dimensiones de los elementos superficiales necesarios para el cumplimiento de su específica función y completan, con la planimetría y altimetría el sistema racional práctico de representación del proyecto vial. Se trata de características que normalmente se mantienen uniformes a lo largo de apreciables longitudes del camino y que en caso de variar lo hacen gradualmente.

Las características estructurales se refieren a las cualidades físicas de resistencia y estabilidad que deben poseer los elementos superficiales y los inferiores que le dan sustento, para oponerse a la acción disgregante de las cargas del tránsito y de los agentes del ambiente; y a las de suavidad y fricción de los elementos superficiales del pavimento para una circulación segura, veloz y cómoda.

Las características estructurales que influyen sobre el diseño geométrico son la facultad de la superficie del pavimento de mantener su forma y dimensiones, la fricción y rugosidad, y la aptitud para drenar el agua de lluvia. Un pavimento suave ofrece pequeña resistencia al escurrimiento del agua superficial y permite a los conductores maniobrar con facilidad, manteniendo a sus vehículos en las trayectorias adecuadas.

### V.9.2. Elementos de la sección transversal

En la Figura V-6 pueden observarse los elementos de la sección transversal de un camino de dos carriles indivisos.



**Figura V-6 Elementos de la sección transversal de un camino de dos trochas indivisas: Normas DNV**

La sección transversal típica de un camino rural queda definida por la calzada (carriles) y sus costados: banquetas, taludes, cunetas, contrataludes, y los bordes hasta el límite de la zona de camino (LZC). Aunque se tiende a la simetría, éste no debe ser un aspecto que controle el proyecto.

Los elementos de la sección transversal influyen sobre las características operativas, de seguridad y estética del camino. Deben diseñarse según los patrones de velocidad, capacidad y nivel de servicio, y con la debida consideración de las dimensiones y características de operación de los vehículos y del comportamiento de los conductores.

### V.9.3. Carriles de circulación rodada

#### V.9.3.1. Definición y tipos

Los carriles de circulación rodada son bandas longitudinales previstas para la circulación de una fila de vehículos. Pueden ser de uso general o reservarse para la el movimiento exclusivo de cierto tipo de vehículos (colectivos, bicicletas, vehículos de alta ocupación), lo que los convierte en calzadas o plataformas reservadas.

Los parámetros de número y ancho constituyen los determinantes claves de la capacidad de la vía para la circulación rodada.

Para este anteproyecto se plantea la construcción de 2 carriles, uno por cada sentido de circulación.

#### V.9.3.2. Ancho de carril

El ancho de los carriles influye en la capacidad para la circulación rodada y en la velocidad de los vehículos, por lo que deberá ajustarse a los objetivos de la vía. En la Figura V-

7 se establecen los siguientes anchos de carril, medidas entre ejes de marcas viales o entre éstas y el cordón:

| ANCHOS DE CARRILES  |                      |                      |
|---|----------------------|----------------------|
| Tipo de vía   | Ancho Mínimo (m)     | Ancho Máximo (m)     |
| Autopistas y semiautopistas   | 3,50                 |                      |
| Vías Multicarril de una sola mano:<br>Carril inmediato a la vereda<br>Carriles subsiguientes<br>Carril Preferencial | 3,20<br>2,90<br>2,90 | 4,00<br>3,60<br>3,70 |
| Vías Multicarril de dos manos:<br>Carril inmediato a la vereda<br>Carriles subsiguientes<br>Carril Preferencial     | 3,20<br>2,90<br>2,90 | 4,00<br>3,50<br>3,70 |
| Local Colectora:<br>Residencial<br>Industrial   | 3,00<br>3,25         |                      |
| Local de Acceso:<br>Residencial<br>Industrial   | 2,75<br>3,25         |                      |

Figura V-7 Ancho de carriles según tipo de vía. Normas DNV

Se adopta para el anteproyecto un ancho de carril de 3,60 metros.

#### V.9.3.3. Número de carriles

El número de carriles en una vía es función básicamente de la capacidad con que se quiere dotar a la misma. En este caso se adoptan 2 carriles lo que nos determina un ancho de calzada de 7,20 m.

Se prevé la construcción de un tercer carril a partir del año 10 de vida útil del proyecto y un cuarto carril a partir del año 20.

#### V.9.3.4. Pendiente transversal

La calzada se dispondrá con una inclinación transversal mínima del 2 % con sentido externo hacia el margen externo de la calzada.

En la Figura V-8 se puede observar un esquema de la calzada.

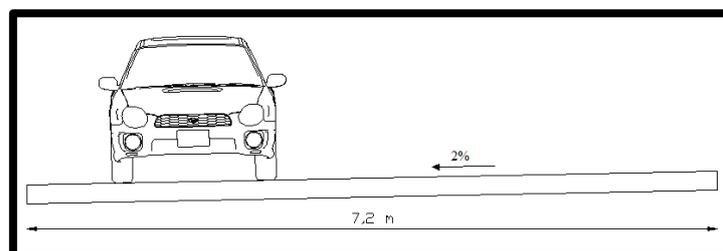


Figura V-8 Perfil transversal de la calzada.

#### V.9.4. Banquinas

Las banquetas son áreas utilizables inmediatamente adyacentes a la calzada; constituyen elementos críticos de la sección transversal del camino ya que proveen:

- Zona despejada (ZD) para los vehículos errantes y soporte de franjas sonoras.

- Menores tasas de accidentes por salida del camino y choques frontales, evitando la caída del borde del pavimento.

- Zona para vehículos de emergencia.
- Soporte lateral de la estructura de la calzada.
- Capacidad.
- Visibilidad en las secciones de corte.
- Carril de ciclistas.

Las Normas DNV adoptan los anchos indicados en la Tabla V-13.

| Tipos        | Categoría | V<br>km/h | Banquina |       |       |
|--------------|-----------|-----------|----------|-------|-------|
|              |           |           | C/Pav    | S/Pav | Total |
|              |           |           | m        | m     | m     |
| CARRETERA    | II        | 120       | 1        | 2     | 3     |
|              |           | 100       | 1        | 2     | 3     |
|              |           | 70        | 1        | 1     | 2     |
|              |           | 50        | 0,5      | 1,5   | 2     |
| COMÚN        | III       | 110       | 0,5      | 2,5   | 3     |
|              |           | 90        | 0,5      | 2,5   | 3     |
|              |           | 60        | 0,5      | 1,5   | 2     |
|              |           | 40        | 0,5      | 1     | 1,5   |
| BAJO VOLUMEN | IV        | 100       | -        | 3     | 3     |
|              |           | 70        | -        | 3,3   | 3,3   |
|              |           | 50        | -        | 2     | 2     |
|              |           | 30        | -        | 1,5   | 1,5   |
|              | V         | 90        | -        | 2     | 2     |
|              |           | 50        | -        | 2     | 2     |
|              |           | 30        | -        | 1,5   | 1,5   |
|              |           | 25        | -        | 0,5   | 0,5   |

Tabla V-13 Ancho de banquetas. Fuente: Normas DNV.

Se adopta, para este proyecto, un ancho de banquetas de 1,80 metros. Las mismas se pavimentaran en su totalidad de manera de garantizar la seguridad de los conductores.

Normalmente, en las banquetas pavimentadas la pendiente transversal es mayor o igual a la de los carriles básicos por lo que se adopta un 4% de pendiente.

Durante la noche o tiempo inclemente es importante que el conductor sea capaz de distinguir claramente entre la banquina y el carril. Requisito que se cumple mediante el uso de un material de banquina de color que contraste y del marcado de la línea de borde de calzada con pintura de alta retrorreflexión.

### V.9.5. Intersecciones

Otro aspecto a definir en el diseño de la vía son las intersecciones, es decir los encuentros de la misma con otras vías, ya sea al mismo nivel o en diferentes niveles de altura. En el presente trabajo solo se tratan las intersecciones a nivel.

- Las intersecciones siempre representan puntos de conflictos ya que constituyen un lugar de convergencia de flujos de tránsito que viajan en distintos sentidos, por lo que se las debe tratar específicamente para lograr las mejores condiciones de seguridad.

- Las podemos clasificar:
- Según su forma:
- Intersecciones en "T", con tres ramales y ángulo mínimo entre dos superior a  $60^\circ$ .

- Intersecciones en "Y", con tres ramales, cuando alguno de los ángulos sea inferior a  $60^\circ$ .

- Intersecciones en "cruz", con cuatro ramales y ángulos superiores a  $60^\circ$
- Intersecciones en "X", con cuatro ramales, cuando alguno de los ángulos sea inferior a  $60^\circ$ .

- Intersección estrella, donde confluyen 5 ramales
- Según su señalización:
- Intersecciones convencionales, las que solucionan a nivel el encuentro o cruce de calles sin regulación semafórica o circulación circular. Pueden ser canalizadas o sin canalizar.

- Intersecciones semáforizadas, las que están reguladas permanente o mayoritariamente mediante sistemas de luces que establecen las prioridad del paso por la intersección.

- Intersecciones giratorias, en las que el encuentro de las vías se resuelve mediante una calzada de circulación giratoria única en torno a un islote central (rotonda).

- La elección de un tipo de intersección u otra depende resumidamente de 3 factores:

- Volumen de tránsito.
- Jerarquía de las vías que se intersecan.
- Presencia o no de peatones.

(Fuente: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE VIAS URBANAS" Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de la Plata.)

Este punto se trata con más detalle al momento de definir cada una de las intersecciones que se presentan para nuestra avenida.

### V.9.5.1. Datos necesarios para elegir el tipo de intersección

El tipo de intersección se establecerá en función de:

- El carácter de los itinerarios confluyentes y tipo de intersecciones existentes o previstas en los mismos:
  - El nivel jerárquico de las vías.
  - La velocidad de proyecto y otras características funcionales del itinerario.
  - El número de vías confluyentes.
  - El papel de la intersección en el itinerario: continuación de una serie homogénea, principio o final de un itinerario, cambio de régimen de circulación o de entorno, etc.
- Los datos o estimaciones de tránsito:
  - Las intensidades de tránsito rodado en cada vía y su composición.
  - El porcentaje de giros y, en particular, el de los giros a la izquierda.
  - La intensidad del tránsito peatonal, y ciclista.
  - Características del entorno y función urbana:
    - La disponibilidad de suelo.
    - La topografía.
    - La visibilidad.
    - Las características ambientales y la función urbana del entorno.
  - El presupuesto disponible.

En el empalme de la vía proyectada con la Calle Mariano Sánchez se encuentra una intersección con un ángulo de  $88^\circ$ , mayor a  $60^\circ$ , como se observa en la Figura V-9, lo que nos indica que es el del tipo T.

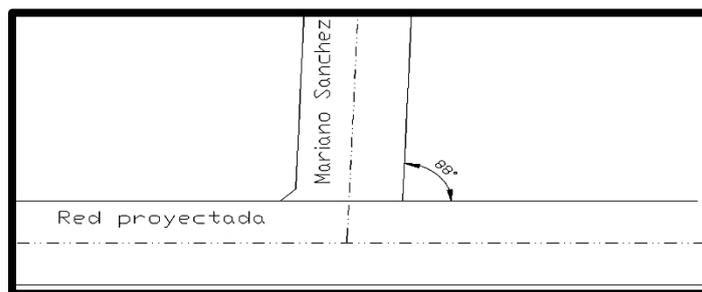


Figura V-9 Intersección de la vía proyectada con calle Mariano Sánchez, tipo T.

## V.10. Proceso de Cálculo del Paquete Estructural

### V.10.1. Condiciones Estructurales

Luego de atender todos los aspectos referidos al diseño geométrico de la vía, se debe dimensionar el paquete estructural del pavimento para poder soportar la carga dinámica que transmitirán los vehículos.

Previo a ello deben realizarse todos los estudios geotécnicos que permitan conocer la capacidad soporte del suelo.

El diseño de la estructura del pavimento comprende la determinación, mediante algún método estandarizado, de los distintos elementos que conforman el paquete considerándose la información suministrada por los estudios geotécnicos y la relativa a las cargas por eje transmitidas por el tránsito.

Para el diseño del paquete estructural utilizamos un método simplificado elaborado por la Portland Cement Association (PCA) en 1966, la cual basa su procedimiento en el concepto de “consumo de resistencia”.

En dicho método se calculan las tensiones que produce el tránsito en función del volumen y carga del mismo, y se las compara con la resistencia de diseño del hormigón denominando su relación como “razón de esfuerzos”. Al considerarse el volumen, se introduce el concepto de fatiga del hormigón basándose en la hipótesis de que la resistencia a fatiga del hormigón va siendo agotada por cada repetición o pasada del tránsito y que dicha resistencia no consumida queda disponible para las demás repeticiones. Se establece luego el número de repeticiones esperadas a lo largo de toda la vida útil y debe darse que dichas repeticiones no agoten el 100% de la capacidad a fatiga, para el período de diseño contemplado.

El criterio de diseño restante está relacionado con la erosión del material de fundación producida por la deflexión del pavimento en bordes y esquinas. Aquí es donde se ve manifiesta la importancia de las juntas y trabazones entre paños.

Se tiene entonces que los parámetros de diseño necesarios para la aplicación del método son:

- Soporte del suelo: la resistencia soporte del suelo se expresa a través del llamado “módulo de subrasante K” que expresa una relación entre un esfuerzo normal que recibe el suelo y la deformación que éste produce en su dirección. En la práctica habitual se correlaciona este parámetro con el valor CBR (California Bearing Ratio).
- Cargas de tránsito: el método exige el conocimiento de la carga por eje que transmiten los vehículos, discriminado además por el tipo de eje (simple, tándem o triple en caso de vehículos de mayor porte). El volumen de tránsito actual debe proyectarse durante toda la vida útil de la obra de acuerdo a la tasa de crecimiento anual de tránsito para determinar así el número esperado de aplicaciones según cada grupo de carga por eje.
- Resistencia del concreto: Bajo la aplicación de las cargas de tránsito los esfuerzos que sufre un pavimento rígido son de flexión, donde el esfuerzo de tracción prevalece sobre el de compresión, razón por la cual es este primero el que se considera en el diseño.
- Tipo de banquina y junta transversal: el uso de banquetas ancladas al pavimento que corresponde al carril de circulación permite cierta transferencia de carga que da lugar a

reducciones en los esfuerzos de flexión y en las deflexiones producidas por las cargas de los vehículos, las cuales se pueden traducir en una disminución del espesor de diseño. Por su parte la inclusión de varillas para la transferencia de carga (pasadores) en la juntas transversales de contracción, mejora el comportamiento del pavimento en relación con la posibilidad de falla por escalonamiento, en particular cuando los volúmenes de tránsito son elevados.

- 

**V.10.2. Tránsito de diseño y factor de seguridad**

Como se vio anteriormente, el tránsito de diseño se expresa como número de ejes que pasan. Como datos de partida se tienen:

- Transito Medio Diario Anual (TMDA) = 6704 vehículos/día
- Reparto por sentidos: 100/0 (adoptado)
- Composición vehicular: 99% de vehículos ligeros, 1% de vehículos pesados (ómnibus).
- Factor de Seguridad: para vías locales, calles residenciales y otros, con poco tránsito pesado.  $F_s = 1.0$

Teniendo en cuenta la tasa de crecimiento y el reparto por sentido se halla el número total de repeticiones durante la vida útil.

Dicho número de repeticiones se obtiene a través de la siguiente formula:

$$R_{esperadas} = TMDA \cdot N_{ejes} \cdot F_c \cdot F_s \cdot F_r \cdot 365$$

Siendo:

$F_c$ : Factor de crecimiento para un período de diseño de 20 años y una tasa de crecimiento de 1,5%.

$F_s$ : Factor de Seguridad.  $F_s = 1,0$

$F_r$ : Factor de Reparto,  $F_r = 0,50$  para vías de dos sentidos.

En la TABLA V-14 se muestra la cantidad de repeticiones esperadas durante la vida útil para las distintas categorías de vehículos.

| Vehículo | Carga (t) | TMDA | Reparto (50/50) | Factor de seguridad | Factor equivalente | Crecimiento | Días del año | Porcentaje TMDA | Numero de ejes | Ejes equivalentes |
|----------|-----------|------|-----------------|---------------------|--------------------|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------------|
| Auto     | 500       | 6704 | 0,5             | 1                   | 0,00002            | 22,15       | 365          | 0,99            | 2              | 537               |
| Camiones |           |      |                 |                     |                    |             |              |                 |                |                   |
| C11      | 600       | 6704 | 0,5             | 1                   | 0,36               | 22,15       | 365          | 0,005           | 1              | 48780             |
|          | 10500     | 6704 | 0,5             | 1                   | 3,03               | 22,25       | 365          | 0,005           | 1              | 410566            |

**Tabla V-14 Número de repeticiones esperadas.**

### **V.10.3. Resistencia de diseño del Hormigón**

Las propiedades del hormigón que influyen en el diseño de una estructura de pavimento son el Módulo de Elasticidad,  $E_c$ , y la resistencia a flexión.

Siendo el Módulo de Elasticidad  $E_c$  la relación existente entre el esfuerzo y la deformación unitaria axial al estar sometido a esfuerzos de compresión dentro del campo elástico. Mientras que la resistencia a flexión es una medida de la resistencia a tracción del hormigón. Esto se expresa a través del Módulo de Ruptura  $f_r$  y es determinado a través del ensayo ASTM C78.

Para este Anteproyecto será adoptado un hormigón H-30 con las siguientes características:

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$

$$f_r = 34,2 \text{ MPa} = 34,2 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_c = 34000 \text{ MPa}$$

### **V.10.4. Módulo de la subrasante**

Nos referimos aquí al parámetro  $K$  determinado mediante ensayos. En el ensayo que define el denominado Coeficiente de Balasto se ejerce presión a través de una placa circular rígida de 76 cm de diámetro dividida por la deformación que dicha presión.

$$\text{Las unidades son } K = \left[ \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2/\text{cm}} \right].$$

Por razones de practicidad se utiliza otro ensayo, el CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California), que mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo. El cual es efectuado bajo condiciones controladas de humedad y densidad. Esta normalizado por la Dirección Nacional de Vialidad como el ensayo VN-E16-67 (se adjunta normativa).

El valor es obtenido durante los estudios geotécnicos previos a la construcción, donde se realizan el Ensayo Proctor y los análisis granulométricos del terreno.

La Figura V-8 nos permite obtener el módulo de reacción de la subrasante  $K$  a partir del CBR. Establecemos un valor conservador de CBR de 5%, siendo habitual este valor en suelos de la zona.

Para un CBR = 5%, de acuerdo a la FIGURA V-10, se obtiene así un módulo de subrasante:

$$K = 39 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}/\text{cm}$$

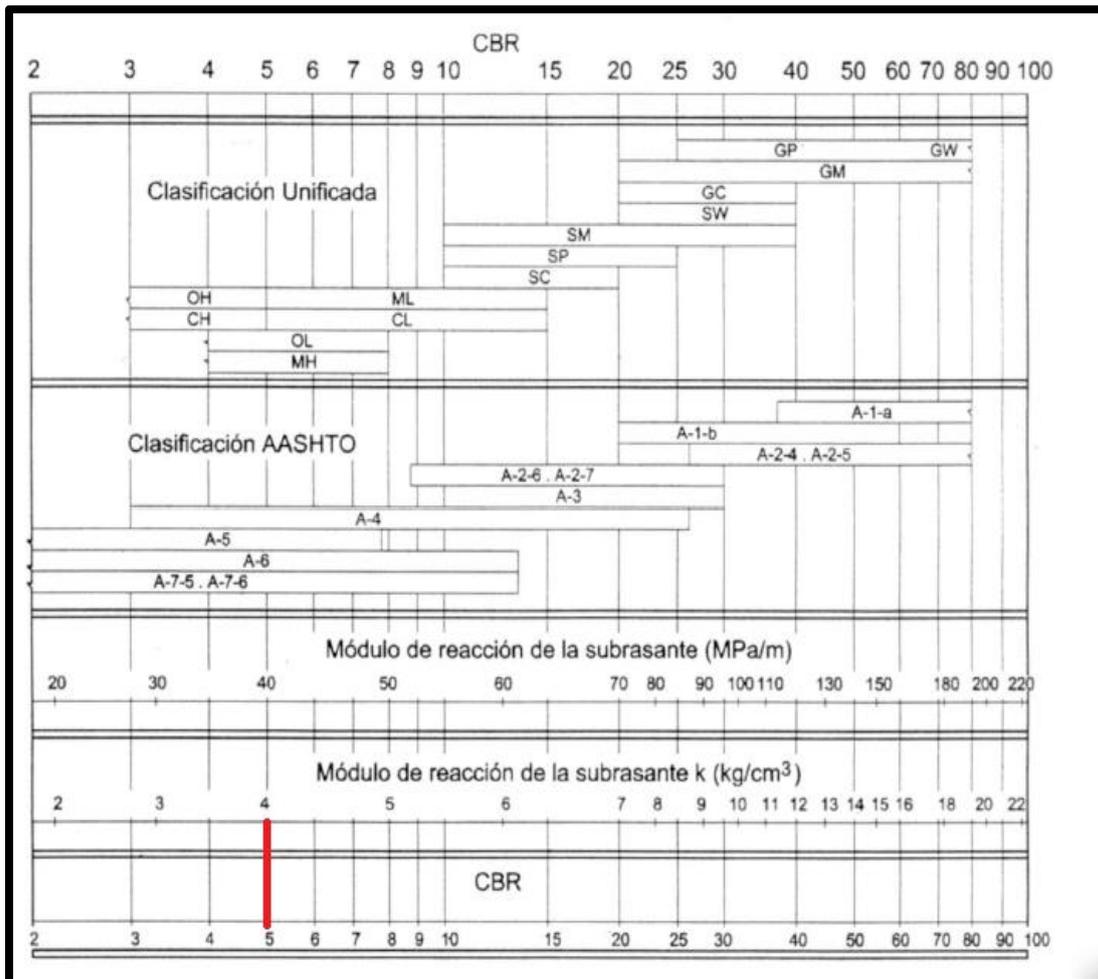


Figura V-10 Obtención del Módulo Subrasante K. Fuente: Gráfica proporcionada por la cátedra Vías de Comunicación II de UTN-FRCU

En la zona de ejecución de la vía, según la clasificación realizada por el INTA el tipo de suelo es inceptisol, un tipo de suelo con características poco definidas, alto contenido de materia orgánica y cualidades de suelos arcillosos. Según el Instituto del Cemento Portland Argentino (ICPA) este tipo de suelos tiene una capacidad soporte baja como puede observarse en la Tabla V-15. Los valores de Módulo de Reacción K proporcionado por dicho organismo se encuentran cercanos al hallado anteriormente, por lo tanto tomaremos ese para los cálculos a efectuarse en la posteridad.

Tabla N° 1: Tipos de Suelo y Valores aproximados de k y Mr [3] [4]

| Tipo   | Capacidad Soporte | Módulo Resiliente, Mr (MPa) | Módulo de Reacción, k (MPa/m) |
|--|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Suelos finos con importantes cantidades de limo/ arcilla       | Baja              | 9.9 – 16.7                  | 20 – 34                       |
| Arena y Grava-arena con moderadas cantidades de limo / arcilla | Media             | 17.2 – 24.1                 | 35 – 49                       |
| Arena y Grava-arena con poca cantidad de limo / arcilla        | Alta              | 24.6 – 29.6                 | 50 – 60                       |

Tabla V-15 Tipos de suelo y valores aproximados de k y Mr. Fuente: Instituto del Cemento Portland Argentino.

### V.10.5. Tipo de berma y junta transversal

La necesidad de colocar en las juntas transversales elementos para la transferencia de cargas (pasadores), depende de las condiciones de la subrasante y del tránsito que llevará el pavimento. Los pasadores no son necesarios en calles residenciales o de tránsito liviano, pero deben colocarse en calles que soporten el tránsito diario, de más de 60 a 90 camiones pesados (200 a 300 ejes pesados) por día, a menos que el pavimento asiente sobre una sólida subbase de material tratado con cemento.

Fuente: Apuntes Pavimentos Fiuba Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires. Departamento Transporte.

Este proyecto contempla la construcción de banquetas de hormigón en el borde de calzada las cuales permiten la reducción significativa de las tensiones y deflexiones desarrolladas en los bordes y esquina de losas. Considerando además el bajo porcentaje de vehículos pesados que transitan en la zona, no se previó la colocación de pasajuntas transversales.

### V.10.6. Predimensionado del Pavimento

Con los datos antes expuestos se predimensionó el espesor de la losa y de la subbase granular. Recordando que las subbases son necesarias con el objetivo de prevenir el efecto de succión, y además lograr el incremento de la capacidad soporte del pavimento.

Utilizamos consideraciones determinadas por el Instituto del Cemento Portland Argentino (ICPA), que a partir de la categorización de la subrasante (en función del CBR) y del tránsito (según cantidad de vehículos pesados/día) determinan secciones típicas. Esto puede observarse en las Figuras V-11 y V-12 respectivamente.

| Designación | CBR       | Módulo de reacción [kg/cm <sup>2</sup> ] | Observaciones     |
|-------------|-----------|--|-------------------|
| I           | 3% - 5%   | 2,8                                      | Mala Calidad      |
| II          | 5% - 10%  | 3,9                                      | Calidad Regular   |
| III         | 10% - 15% | 5,4                                      | Buena Calidad     |
| IV          | > 15%     | 6,3                                      | Muy Buena calidad |

Figura V-11 Categorización de subrasante según CBR. Fuente: Diseño Estructural de Pavimentos Rígidos-ICPA

| Categoría | TPMDA [VP/día] | Tipo de Camión      | Config. de ejes | Prop. |
|-----------|----------------|---------------------|-----------------|-------|
| A         | Inferior a 5   | Ómnibus             | 1-1             | 10%   |
| B         | De 5 a 10      |                     | 1-1             | 25%   |
| C         | De 10 a 50     | Camión sin acoplado | 1-2             | 25%   |
| D         | De 50 a 100    |                     | 11-12           | 20%   |
| E         | De 100 a 500   | Semirremolque       | 111             | 20%   |

Figura V-12 Categorización de tránsito según TMDA (vehículos pesados/día). Fuente: Diseño Estructural de Pavimentos Rígidos-ICPA

Como se adoptó un CBR de 5%, característicos en suelos de la zona, la Categoría según este aspecto es II: “Suelo de Calidad Regular”; y según los estudios de tránsito realizados se concluyó que el tránsito pesado es escaso por tratarse únicamente de ómnibus por lo que estamos en Categoría B. Se consideró también el empleo de subbase no cementada.

Utilizando la Figura V-13 es que se arribó al Predimensionado del paquete estructural, adoptándose una losa de  $e = 20$  cm y una subbase de 15 cm que se esquematiza en la Figura V-14.

| Tránsito →<br>Subrasante ↓                  | Categoría A (Hasta 5 Vehículos Pesados/día) |                |                       |                | Categoría B (De 5 a 10 Vehículos Pesados/día) |                |                       |                |
|---|---|----------------|-----------------------|----------------|---|----------------|-----------------------|----------------|
|   | Subbase de S.S. ó Suelo Cal / Sin Subbase   |                | Subbase Cementada     |                | Subbase de S.S. ó Suelo Cal / Sin Subbase     |                | Subbase Cementada     |                |
| TIPO I<br>CBR 3-5%<br>(Mala Calidad)        | Calzada<br>S.S. ó S.Cal                     | 19 cm<br>15 cm | Calzada<br>S. Cemento | 16 cm<br>15 cm | Calzada<br>S.S. ó S.Cal                       | 19 cm<br>15 cm | Calzada<br>S. Cemento | 17 cm<br>15 cm |
| TIPO II<br>CBR 5-10%<br>(Calidad Regular)   | Calzada<br>S.S. ó S.Cal                     | 18 cm<br>15 cm | Calzada<br>S. Cemento | 16 cm<br>15 cm | Calzada<br>S.S. ó S.Cal                       | 19 cm<br>15 cm | Calzada<br>S. Cemento | 16 cm<br>15 cm |
| TIPO III<br>CBR 10-15%<br>(Buena Calidad)   | Calzada<br>Subrasante                       | 18 cm          | Calzada<br>S. Cemento | 15 cm<br>15 cm | Calzada<br>Subrasante                         | 18 cm<br>15 cm | Calzada<br>S. Cemento | 16 cm<br>15 cm |
| TIPO IV<br>CBR > 15%<br>(Muy Buena Calidad) | Calzada<br>Subrasante                       | 18 cm          | Calzada<br>S. Cemento | 15 cm<br>15 cm | Calzada<br>Subrasante                         | 18 cm<br>15 cm | Calzada<br>S. Cemento | 16 cm<br>15 cm |

Figura V-13 Sección típica. Fuente: Diseño Estructural de Pavimentos Rígidos-ICPA

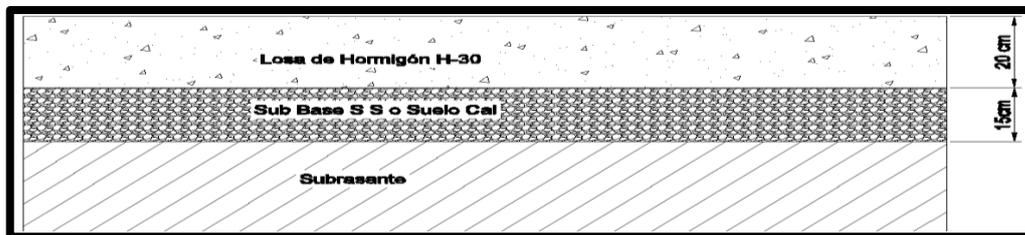


Figura V-14 Esquema de predimensionado

En la tabla V-16, se observa que con la inclusión de la subbase propuesta de 15 cm de espesor el valor de  $k$  de la subrasante asciende a 49 MPa/m.

| Valor de $k$ para subrasante  | Valor de $k$ para subbase     |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                               | 100 mm                        |                               | 150 mm                        |                               | 225 mm                        |                               | 300 mm                        |                               |                               |
| Mpa/m<br>Lb/pulg <sup>3</sup> |
| 20                            | 73                            | 23                            | 85                            | 26                            | 96                            | 35                            | 117                           | 38                            | 140                           |
| 40                            | 147                           | 45                            | 165                           | 49                            | 180                           | 57                            | 210                           | 66                            | 245                           |
| 60                            | 220                           | 64                            | 235                           | 66                            | 245                           | 76                            | 280                           | 90                            | 330                           |
| 80                            | 295                           | 87                            | 320                           | 90                            | 330                           | 100                           | 370                           | 117                           | 430                           |

Tabla V-16 Aumento del valor  $k$  por inclusión de subbase. Fuente: Cátedra Vías de Comunicación UTN-FRCU

### V.10.7. Verificación de la capacidad de fatiga de sección propuesta

En el método PCA los esfuerzos por fatiga se determinan en las orillas de la losa, de manera que los pavimentos sin acotamientos de hormigón tendrán mayores concentraciones de esfuerzo. Por esto, y para dar solución a estas dos condiciones, la PCA preparó dos tablas para obtener los esfuerzos equivalentes, que no son otra cosa que los esfuerzos de orilla multiplicados por un factor igual a 0,894.

| Espesor de losa (mm) | Eje sencillo                        |      |      |      |      |      | Espesor de losa (mm) | Eje Tandem                          |      |      |      |      |      |
|----------------------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|----------------------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|
|                      | k del conjunto subrasante / subbase |      |      |      |      |      |                      | k del conjunto subrasante / subbase |      |      |      |      |      |
|                      | 20                                  | 40   | 60   | 80   | 140  | 180  | 20                   | 40                                  | 60   | 80   | 140  | 180  |      |
| 100                  | 5.42                                | 4.75 | 4.38 | 4.13 | 3.66 | 3.45 | 100                  | 4.39                                | 3.83 | 3.59 | 3.44 | 3.22 | 3.15 |
| 110                  | 4.74                                | 4.16 | 3.85 | 3.63 | 3.23 | 3.06 | 110                  | 3.88                                | 3.35 | 3.12 | 2.97 | 2.76 | 2.68 |
| 120                  | 4.19                                | 3.69 | 3.41 | 3.23 | 2.88 | 2.73 | 120                  | 3.47                                | 2.98 | 2.75 | 2.62 | 2.40 | 2.33 |
| 130                  | 3.75                                | 3.30 | 3.06 | 2.89 | 2.59 | 2.46 | 130                  | 3.14                                | 2.68 | 2.46 | 2.33 | 2.13 | 2.05 |
| 140                  | 3.37                                | 2.97 | 2.76 | 2.61 | 2.34 | 2.23 | 140                  | 2.87                                | 2.43 | 2.23 | 2.10 | 1.90 | 1.83 |
| 150                  | 3.06                                | 2.70 | 2.51 | 2.37 | 2.13 | 2.03 | 150                  | 2.64                                | 2.23 | 2.04 | 1.92 | 1.72 | 1.65 |
| 160                  | 2.79                                | 2.47 | 2.29 | 2.17 | 1.95 | 1.86 | 160                  | 2.45                                | 2.03 | 1.87 | 1.76 | 1.57 | 1.50 |
| 170                  | 2.56                                | 2.26 | 2.10 | 1.99 | 1.80 | 1.71 | 170                  | 2.28                                | 1.91 | 1.74 | 1.63 | 1.45 | 1.38 |
| 180                  | 2.37                                | 2.09 | 1.94 | 1.84 | 1.66 | 1.58 | 180                  | 2.14                                | 1.79 | 1.62 | 1.51 | 1.34 | 1.27 |
| 190                  | 2.19                                | 1.94 | 1.80 | 1.71 | 1.54 | 1.47 | 190                  | 2.01                                | 1.67 | 1.51 | 1.41 | 1.25 | 1.18 |
| 200                  | 2.04                                | 1.80 | 1.67 | 1.59 | 1.43 | 1.37 | 200                  | 1.90                                | 1.58 | 1.42 | 1.33 | 1.17 | 1.11 |
| 210                  | 1.91                                | 1.68 | 1.56 | 1.48 | 1.34 | 1.28 | 210                  | 1.79                                | 1.49 | 1.34 | 1.25 | 1.10 | 1.04 |
| 220                  | 1.79                                | 1.57 | 1.46 | 1.39 | 1.26 | 1.20 | 220                  | 1.70                                | 1.41 | 1.27 | 1.18 | 1.03 | 0.98 |
| 230                  | 1.68                                | 1.48 | 1.38 | 1.31 | 1.18 | 1.13 | 230                  | 1.62                                | 1.34 | 1.21 | 1.12 | 0.98 | 0.92 |
| 240                  | 1.58                                | 1.39 | 1.30 | 1.23 | 1.11 | 1.03 | 240                  | 1.55                                | 1.28 | 1.15 | 1.06 | 0.93 | 0.87 |
| 250                  | 1.49                                | 1.32 | 1.22 | 1.16 | 1.05 | 1.00 | 250                  | 1.48                                | 1.22 | 1.09 | 1.01 | 0.88 | 0.83 |
| 260                  | 1.41                                | 1.25 | 1.16 | 1.10 | 0.99 | 0.95 | 260                  | 1.41                                | 1.17 | 1.05 | 0.97 | 0.84 | 0.79 |
| 270                  | 1.34                                | 1.18 | 1.10 | 1.04 | 0.94 | 0.90 | 270                  | 1.36                                | 1.12 | 1.00 | 0.93 | 0.80 | 0.75 |
| 280                  | 1.28                                | 1.12 | 1.04 | 0.99 | 0.89 | 0.86 | 280                  | 1.30                                | 1.07 | 0.96 | 0.89 | 0.77 | 0.72 |
| 290                  | 1.22                                | 1.07 | 0.99 | 0.94 | 0.85 | 0.81 | 290                  | 1.25                                | 1.03 | 0.92 | 0.85 | 0.74 | 0.69 |
| 300                  | 1.16                                | 1.02 | 0.95 | 0.90 | 0.81 | 0.78 | 300                  | 1.21                                | 0.99 | 0.89 | 0.82 | 0.71 | 0.66 |
| 310                  | 1.11                                | 0.97 | 0.90 | 0.85 | 0.77 | 0.74 | 310                  | 1.16                                | 0.96 | 0.86 | 0.79 | 0.68 | 0.64 |
| 320                  | 1.06                                | 0.93 | 0.86 | 0.82 | 0.74 | 0.71 | 320                  | 1.12                                | 0.92 | 0.83 | 0.76 | 0.66 | 0.62 |
| 330                  | 1.02                                | 0.89 | 0.83 | 0.78 | 0.71 | 0.68 | 330                  | 1.09                                | 0.89 | 0.80 | 0.74 | 0.63 | 0.59 |
| 340                  | 0.98                                | 0.85 | 0.79 | 0.75 | 0.68 | 0.65 | 340                  | 1.05                                | 0.86 | 0.77 | 0.71 | 0.61 | 0.57 |
| 350                  | 0.94                                | 0.82 | 0.76 | 0.72 | 0.65 | 0.62 | 350                  | 1.02                                | 0.84 | 0.75 | 0.69 | 0.59 | 0.55 |

Tabla V-17 Tablas PCA. Espesores. Fuente: Cátedra Vías de Comunicación UTN-FRCU

Con todos los datos especificados anteriormente y el paquete estructural propuesto, se determinó el “esfuerzo equivalente” para verificar el criterio de fatiga del hormigón a través de la Tabla V-17.

Para un espesor de losa de 20 centímetros e interpolando entre los valores de 40 y 60 para el modulo k se obtuvo los siguientes valores de esfuerzos equivalentes:

- Ejes Simples: 1,51 MPa.

Una vez definidos los valores de esfuerzos equivalentes, la proporción o razón de esfuerzos se determina dividiendo estos esfuerzos por la resistencia a la flexión para luego, con la ayuda de los nomogramas (Figura V-15) obtener las repeticiones admisibles. Existen nomogramas con y sin pasajuntas. Cuando el número de repeticiones se localiza fuera del gráfico se consideran repeticiones ilimitadas.

Ejes Simples:

$$\frac{\text{Esfuerzo Equivalente}}{\text{Módulo de Rotura a Flexión}} = \frac{1,51 \text{ MPa}}{4 \text{ MPa}} = 0,38$$

Para calcular las repeticiones admisibles considerando el análisis por fatiga, se empleó el nomograma en donde se ingresa con el tipo y carga por eje y el factor de esfuerzo equivalente recientemente hallado.

En trazo verde se observan las repeticiones admisibles correspondientes a ejes sencillos.

Se calculó luego el consumo por fatiga como el cociente entre las repeticiones esperadas durante la vida útil y las repeticiones admisibles determinadas en el nomograma anterior:

$$\text{Consumo por Fatiga} = \frac{\text{Repeticiones Esperadas}}{\text{Repeticiones Admisibles}}$$

Este valor expresado en % es el esfuerzo consumido por ese tipo de carga respecto del total admitido. Se considera que el remanente que queda de repeticiones admisibles puede ser absorbido por otro tipo de carga de manera que la sumatoria total no supere el 100% permitido.

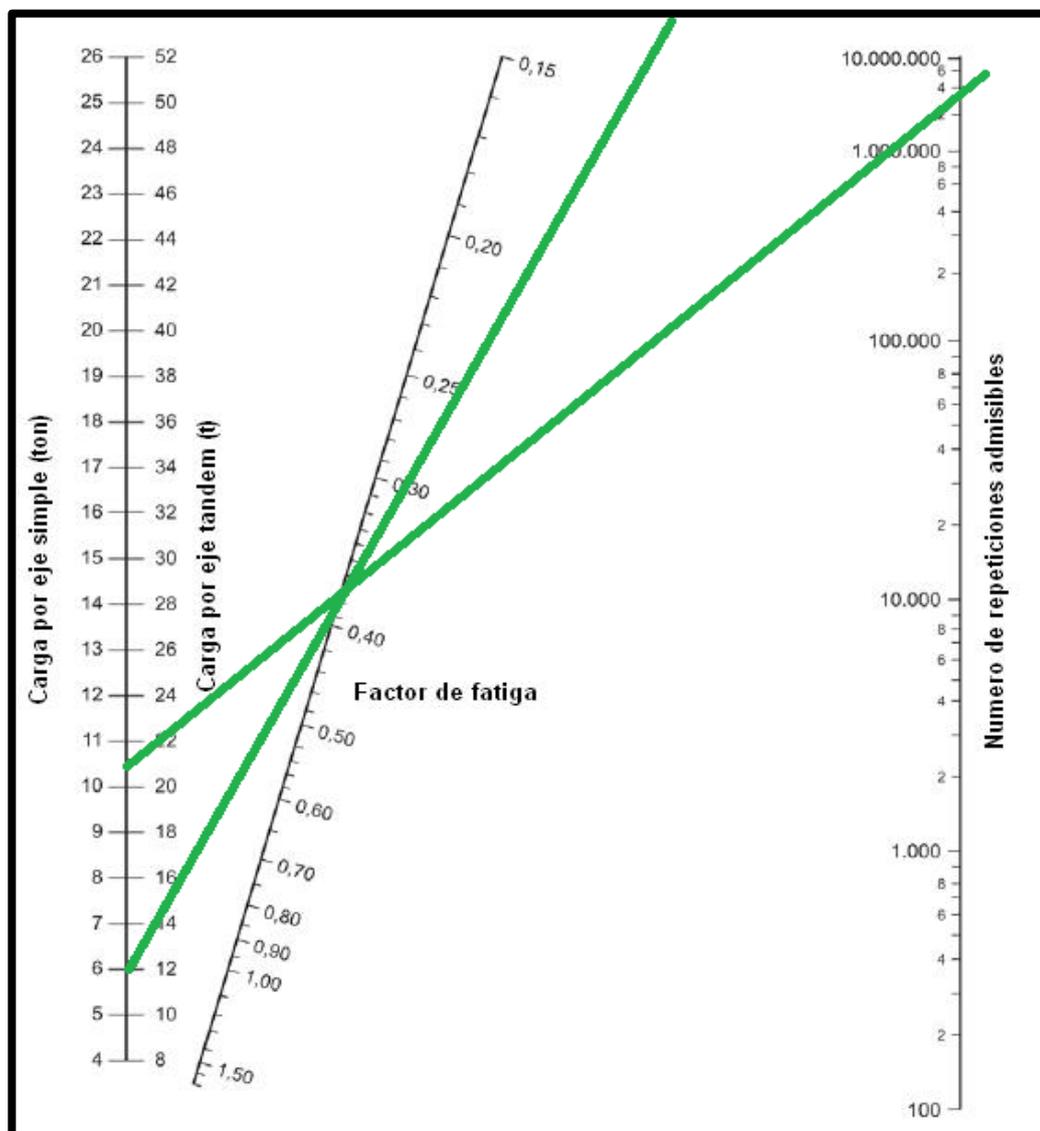


Figura V-15 Nomograma PCA-Fatiga. Fuente: Cátedra Vías de Comunicación II UTN-FRCU

| PARÁMETROS DE DISEÑO      |         |
|---------------------------|---------|
| Espesor tentativo (cm)    | 20      |
| k subrasante (Mpa)        | 50      |
| Modulo de ruptura (Mpa)   | 4       |
| Factor de seguridad (LSF) | 1,1     |
| Juntas con espigas        | SI      |
| Acotamiento hormigón      | NO      |
| Período de diseño         | 20 años |

Tabla V-18 Parámetros de diseño

### V.10.8. Verificación a la erosión de la sección propuesta

Para el criterio de erosión se utiliza el parámetro de velocidad de trabajo inducido por las cargas, o como lo denomina la PCA, la potencia. Esta se define como la velocidad de trabajo con que una carga por eje deforma una losa dada. Este parámetro se define como:

$$\text{Potencia} = \frac{p \cdot w}{I} \text{ para un área unitaria}$$

Donde:

p: presión en la interfase losa-capa de apoyo

w: deflexión calculada.

I: relación de rigidez relativa. Equivale a la longitud de la configuración deformada por la aplicación de la carga.

Al igual que en el método de diseño anterior, se calculará un factor de esfuerzos mediante el uso las tablas. Se ingresa con el espesor de hormigón de 20 cm y un valor de K interpolado entre 40 y 60 MPa.

| Espesor de losa (mm) | Eje sencillo                        |      |      |      |      |      | Espesor de losa (mm) | Eje tandem                          |      |      |      |      |      |
|----------------------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|----------------------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|
|                      | k del conjunto subrasante / subbase |      |      |      |      |      |                      | k del conjunto subrasante / subbase |      |      |      |      |      |
|                      | 20                                  | 40   | 60   | 80   | 140  | 180  |                      | 20                                  | 40   | 60   | 80   | 140  | 180  |
| 100                  | 3.78                                | 3.75 | 3.74 | 3.74 | 3.72 | 3.70 | 100                  | 3.83                                | 3.79 | 3.77 | 3.76 | 3.72 | 3.70 |
| 110                  | 3.63                                | 3.62 | 3.61 | 3.61 | 3.59 | 3.58 | 110                  | 3.71                                | 3.67 | 3.65 | 3.63 | 3.60 | 3.58 |
| 120                  | 3.52                                | 3.50 | 3.49 | 3.49 | 3.47 | 3.46 | 120                  | 3.61                                | 3.56 | 3.54 | 3.52 | 3.49 | 3.47 |
| 130                  | 3.41                                | 3.39 | 3.39 | 3.38 | 3.37 | 3.35 | 130                  | 3.52                                | 3.47 | 3.44 | 3.43 | 3.39 | 3.37 |
| 140                  | 3.31                                | 3.30 | 3.29 | 3.28 | 3.27 | 3.26 | 140                  | 3.43                                | 3.38 | 3.35 | 3.33 | 3.30 | 3.28 |
| 150                  | 3.22                                | 3.21 | 3.20 | 3.19 | 3.17 | 3.16 | 150                  | 3.36                                | 3.30 | 3.27 | 3.25 | 3.21 | 3.19 |
| 160                  | 3.14                                | 3.12 | 3.11 | 3.10 | 3.09 | 3.08 | 160                  | 3.28                                | 3.22 | 3.19 | 3.17 | 3.13 | 3.12 |
| 170                  | 3.08                                | 3.04 | 3.03 | 3.02 | 3.01 | 3.00 | 170                  | 3.22                                | 3.15 | 3.12 | 3.10 | 3.06 | 3.04 |
| 180                  | 2.99                                | 2.97 | 2.96 | 2.95 | 2.93 | 2.92 | 180                  | 3.16                                | 3.09 | 3.06 | 3.03 | 3.00 | 2.97 |
| 190                  | 2.92                                | 2.90 | 2.88 | 2.88 | 2.86 | 2.85 | 190                  | 3.10                                | 3.03 | 2.99 | 2.97 | 2.93 | 2.91 |
| 200                  | 2.85                                | 2.83 | 2.82 | 2.81 | 2.79 | 2.78 | 200                  | 3.05                                | 2.97 | 2.94 | 2.91 | 2.87 | 2.85 |
| 210                  | 2.79                                | 2.77 | 2.75 | 2.75 | 2.73 | 2.72 | 210                  | 2.99                                | 2.92 | 2.88 | 2.86 | 2.81 | 2.79 |
| 220                  | 2.73                                | 2.71 | 2.69 | 2.69 | 2.67 | 2.66 | 220                  | 2.95                                | 2.87 | 2.83 | 2.80 | 2.76 | 2.73 |
| 230                  | 2.67                                | 2.65 | 2.64 | 2.63 | 2.61 | 2.60 | 230                  | 2.90                                | 2.82 | 2.78 | 2.75 | 2.70 | 2.68 |
| 240                  | 2.62                                | 2.60 | 2.58 | 2.57 | 2.55 | 2.54 | 240                  | 2.86                                | 2.78 | 2.73 | 2.71 | 2.66 | 2.63 |
| 250                  | 2.57                                | 2.54 | 2.53 | 2.52 | 2.50 | 2.49 | 250                  | 2.82                                | 2.73 | 2.69 | 2.66 | 2.61 | 2.59 |
| 260                  | 2.52                                | 2.49 | 2.48 | 2.47 | 2.45 | 2.44 | 260                  | 2.78                                | 2.69 | 2.65 | 2.62 | 2.56 | 2.54 |
| 270                  | 2.47                                | 2.44 | 2.43 | 2.42 | 2.40 | 2.39 | 270                  | 2.74                                | 2.65 | 2.61 | 2.58 | 2.52 | 2.50 |
| 280                  | 2.42                                | 2.40 | 2.38 | 2.37 | 2.35 | 2.34 | 280                  | 2.71                                | 2.62 | 2.57 | 2.54 | 2.48 | 2.46 |
| 290                  | 2.38                                | 2.35 | 2.34 | 2.33 | 2.31 | 2.30 | 290                  | 2.67                                | 2.58 | 2.53 | 2.50 | 2.44 | 2.42 |
| 300                  | 2.34                                | 2.31 | 2.30 | 2.29 | 2.26 | 2.26 | 300                  | 2.64                                | 2.55 | 2.50 | 2.46 | 2.41 | 2.38 |
| 310                  | 2.29                                | 2.27 | 2.25 | 2.24 | 2.22 | 2.21 | 310                  | 2.61                                | 2.51 | 2.46 | 2.43 | 2.37 | 2.34 |
| 320                  | 2.25                                | 2.23 | 2.21 | 2.20 | 2.18 | 2.17 | 320                  | 2.58                                | 2.48 | 2.43 | 2.40 | 2.33 | 2.31 |
| 330                  | 2.21                                | 2.19 | 2.17 | 2.16 | 2.14 | 2.13 | 330                  | 2.55                                | 2.45 | 2.40 | 2.36 | 2.30 | 2.28 |
| 340                  | 2.18                                | 2.15 | 2.14 | 2.12 | 2.10 | 2.09 | 340                  | 2.52                                | 2.42 | 2.37 | 2.33 | 2.27 | 2.24 |
| 350                  | 2.14                                | 2.11 | 2.10 | 2.09 | 2.07 | 2.06 | 350                  | 2.49                                | 2.39 | 2.34 | 2.30 | 2.24 | 2.21 |

Tabla V-19 Tablas PCA. Espesores. Fuente: Cátedra Vías de Comunicación UTN-FRCU

- Ejes Simples: 2,826 MPa.

Se calculó luego el consumo por fatiga como el cociente entre las repeticiones esperadas durante la vida útil y las repeticiones admisibles determinadas en el nomograma anterior:

$$\text{Consumo por Erosión} = \frac{\text{Repeticiones Esperadas}}{\text{Repeticiones Admisibles}}$$

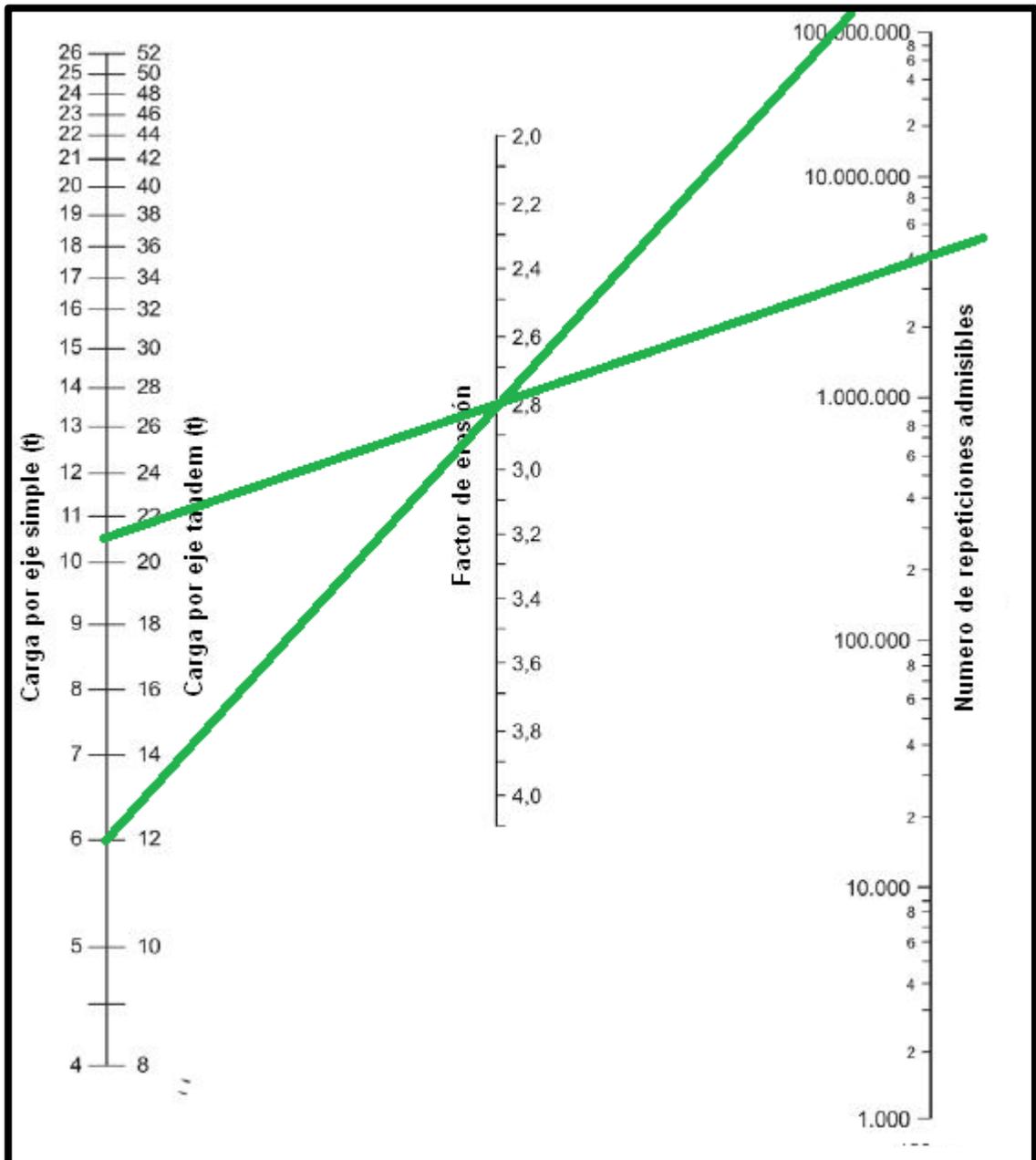


Figura V-16 Nomograma PCA-Erosión de Hormigón. Fuente: Cátedra Vías de Comunicación II UTN-FRCU

Para concluir con esta etapa se puede apreciar en la tabla resumen (Tabla V-20) que el consumo del pavimento teniendo en cuenta tanto la fatiga como la erosión, no superan el 100 % con un buen margen.

| Diseño de carretera de 2 carriles        |              |                     |                          |                        |                            |                          |                      |        |
|--|--------------|---------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------|--------|
| Espesor tentativo: 20 cm                 |              |                     |                          |                        | Juntas con espigas: SI     |                          |                      |        |
| K subrasante: 39 kg/cm <sup>2</sup>      |              |                     |                          |                        | Acotamiento hormigón: NO   |                          |                      |        |
| Módulo de ruptura: 39 kg/cm <sup>2</sup> |              |                     |                          |                        | Período de diseño: 20 años |                          |                      |        |
| Factor de seguridad (SFS): 1             |              |                     |                          |                        |                            |                          |                      |        |
| Carga                                    | Repeticiones | Factor de seguridad | Factor de dirección      | Repeticiones esperadas | Análisis por fatiga        |                          | Análisis por erosión |        |
|  |              |                     |                          |                        | Rep. Adm.                  | Fatiga %                 | Rep. Adm.            | Daño % |
| Ejes simples                             |              |                     |                          |                        |                            |                          |                      |        |
| 0,5                                      | 4560165      | 1                   | 0,5                      | 26829081               | Ilimitadas                 | 0%                       | Ilimitadas           | 0%     |
| 6  | 5400         | 1                   | 0,5                      | 135500                 | Ilimitadas                 | 0%                       | Ilimitadas           | 0%     |
| 10,5                                     | 10800        | 1                   | 0,5                      | 135500                 | 4000000                    | 4%                       | 4000000              | 4%     |
| Esfuerzo equivalente: 1,51 Mpa           |              |                     | Factor de erosión: 2,826 |                        |                            | Razón de esfuerzos: 0,38 |                      |        |
| TOTALES                                  |              |                     |                          |                        |                            | 4%                       |                      | 4%     |

Tabla V-20 Tabla resumen: fatiga y erosión. Fuente: Cátedra Vías de Comunicación UTN-FRCU

| EFECTO DE SUBBASES NO CEMENTADAS EN LOS VALORES DE k |                             |            |            |             |
|--|-----------------------------|------------|------------|-------------|
| Valor k de la subrasante (pci)                       | Valor k de la subbase (pci) |            |            |             |
|  | 4 pulgadas                  | 6 pulgadas | 9 pulgadas | 12 pulgadas |
| 50   | 65                          | 75         | 85         | 110         |
| 100  | 130                         | 140        | 160        | 190         |
| 200  | 220                         | 230        | 270        | 320         |
| 300  | 320                         | 330        | 370        | 430         |

Figura V-17 Calidad de subbase requerida según el espesor de la subbase y calidad de la subrasante. Fuente: Cátedra Vías de Comunicación UTN-FRCU

### V.11. Movimiento de suelos

Los movimientos de suelos presentes en la obra corresponden principalmente a los desmontes y terraplenes necesarios a ejecutar para alcanzar la rasante definitiva de la vía. También se consideran las excavaciones realizadas para alojar los conductos de desagüe pluvial y posterior relleno.

Para ello se analizaron las curvas de nivel de la zona extraídas con los softwares Google Earth y Global Mapper, las que luego se analizaron con el software CivilCad 3D obteniéndose de esta manera el volumen de tierra a extraer o rellenar para tramos de 100 metros a lo largo de la traza del camino, tomándose un ancho constante de 11 metros sin variaciones de altura en el perfil debido a la escasa pendiente del terreno de la zona en general.

La Tabla V-21 muestra en detalle los movimientos de suelo a realizar para cada piquete, los mismos se detallan luego en el plano longitudinal V-1.

| N° | PIQUETE             | ALTURA (m) |        | MOVIMIENTO DE SUELO (m <sup>3</sup> ) |           | PENDIENTE (%) |          |
|----|---------------------|------------|--------|---------------------------------------|-----------|---------------|----------|
|    | LONG. ACUMULADA (m) | TERRENO    | CAMINO | DESMONTE                              | TERRAPLÉN | PARCIAL       | PROMEDIO |
| 0  | 0,00                | 1,70       | 1,70   | -                                     | -         | 0,000%        | 0,287%   |
| 1  | 100,00              | 1,80       | 2,02   | -                                     | 567,38    | 0,316%        |          |
| 2  | 200,00              | 3,10       | 2,33   | 1175,02                               | -         | 0,316%        |          |
| 3  | 300,00              | 3,40       | 2,65   | 1157,64                               | -         | 0,316%        |          |
| 4  | 400,00              | 2,80       | 2,96   | -                                     | 509,96    | 0,316%        |          |
| 5  | 500,00              | 1,40       | 3,28   | -                                     | 2397,34   | 0,316%        |          |
| 6  | 600,00              | 2,25       | 3,60   | -                                     | 1819,40   | 0,325%        |          |
| 7  | 700,00              | 2,70       | 3,95   | -                                     | 1703,46   | 0,345%        |          |
| 8  | 800,00              | 2,00       | 4,28   | -                                     | 2842,84   | 0,336%        |          |
| 9  | 900,00              | 2,15       | 4,43   | -                                     | 2838,00   | 0,146%        | 0,161%   |
| 10 | 1000,00             | 4,05       | 4,52   | -                                     | 847,00    | 0,090%        |          |
| 11 | 1100,00             | 4,20       | 4,61   | -                                     | 781,22    | 0,090%        |          |
| 12 | 1200,00             | 3,70       | 4,73   | -                                     | 1462,12   | 0,119%        |          |
| 13 | 1300,00             | 4,60       | 4,91   | -                                     | 673,42    | 0,183%        |          |
| 14 | 1400,00             | 4,30       | 5,54   | -                                     | 1697,74   | 0,631%        | 0,592%   |
| 15 | 1500,00             | 4,55       | 6,23   | -                                     | 2179,98   | 0,688%        |          |
| 16 | 1600,00             | 6,40       | 6,95   | -                                     | 937,20    | 0,720%        |          |
| 17 | 1700,00             | 6,90       | 7,67   | -                                     | 1179,20   | 0,720%        |          |
| 18 | 1800,00             | 8,00       | 8,39   | -                                     | 761,42    | 0,720%        |          |
| 19 | 1900,00             | 9,60       | 9,11   | 866,58                                | -         | 0,720%        |          |
| 20 | 2000,00             | 11,60      | 9,83   | 2274,36                               | -         | 0,720%        |          |
| 21 | 2100,00             | 12,85      | 10,55  | 2857,36                               | -         | 0,720%        |          |
| 22 | 2200,00             | 12,55      | 11,17  | 1847,78                               | -         | 0,618%        |          |
| 23 | 2300,00             | 12,80      | 11,62  | 1630,64                               | -         | 0,447%        |          |
| 24 | 2400,00             | 13,40      | 11,83  | 2057,44                               | -         | 0,212%        |          |
| 25 | 2500,00             | 13,40      | 11,83  | 2061,62                               | -         | -0,004%       | -0,056%  |
| 26 | 2600,00             | 11,80      | 11,73  | 402,38                                | -         | -0,092%       |          |
| 27 | 2700,00             | 10,35      | 11,64  | -                                     | 1751,64   | -0,092%       |          |
| 28 | 2800,00             | 9,80       | 11,55  | -                                     | 2255,66   | -0,092%       |          |
| 29 | 2900,00             | 10,40      | 11,46  | -                                     | 1494,68   | -0,092%       |          |
| 30 | 3000,00             | 10,20      | 11,37  | -                                     | 1613,70   | -0,092%       |          |
| 31 | 3100,00             | 10,15      | 11,28  | -                                     | 1567,72   | -0,092%       |          |
| 32 | 3200,00             | 9,80       | 11,18  | -                                     | 1851,96   | -0,092%       |          |
| 33 | 3300,00             | 10,10      | 11,09  | -                                     | 1420,98   | -0,092%       |          |
| 34 | 3400,00             | 11,00      | 11,00  | -                                     | -         | -0,092%       |          |
| 35 | 3500,00             | 11,30      | 11,02  | 635,14                                | -         | 0,023%        | 0,013%   |
| 36 | 3600,00             | 11,40      | 11,05  | 720,28                                | -         | 0,023%        |          |
| 37 | 3700,00             | 11,80      | 11,07  | 1135,42                               | -         | 0,023%        |          |
| 38 | 3800,00             | 11,80      | 11,09  | 1110,34                               | -         | 0,023%        |          |
| 39 | 3900,00             | 11,60      | 11,11  | 865,48                                | -         | 0,023%        |          |
| 40 | 4000,00             | 11,80      | 11,14  | 1060,62                               | -         | 0,023%        |          |
| 41 | 4100,00             | 12,00      | 11,16  | 1255,76                               | -         | 0,023%        |          |
| 42 | 4200,00             | 11,80      | 11,18  | 1010,90                               | -         | 0,023%        |          |
| 43 | 4300,00             | 10,40      | 11,20  | -                                     | 1213,96   | 0,023%        |          |
| 44 | 4400,00             | 11,25      | 11,23  | 355,96                                | -         | 0,023%        |          |
| 45 | 4504,62             | 11,30      | 11,25  | 402,79                                | -         | 0,024%        |          |

|                              |                 |                 |
|------------------------------|-----------------|-----------------|
| <b>TOTAL (m<sup>3</sup>)</b> | <b>24883,51</b> | <b>36367,98</b> |
|------------------------------|-----------------|-----------------|

Tabla V-21 Movimiento de suelos.

**PLANO V-1 PERFIL LONGITUDINAL**

## **V.12. Elementos de seguridad y control**

En estos apartados se definen los aspectos que corresponden a la seguridad y control de la red viaria.

Los elementos de seguridad y control son todos aquellos elementos complementarios a la obra vial, que la equipan de una dotación que debe satisfacer las exigencias del usuario (automovilista, ciclista, peatón) prestándole diferentes usos y funciones, como son: la seguridad, servicios, información, descanso, comunicación, etc. y con una lógica localización para que cumpla con una óptima funcionalidad.

### **V.12.1. Templado del tránsito**

El templado del tránsito comprende un conjunto de medidas y acciones tendientes a reducir o atenuar la intensidad y velocidad de los vehículos, permitiendo así, que su circulación sea plenamente compatible con las actividades que se desarrollan en el entorno de la vía sobre las que se aplican.

Estas medidas pueden ser muy eficientes para mejorar la calidad de vida, ya que reducen sustancialmente el número de accidentes, mejorando las condiciones del entorno y facilitando el uso seguro de los espacios públicos.

Existe una variada gama de dispositivos atenuadores de tránsito, algunos inducen al cambio de trayectoria por medio del diseño geométrico como las rotondas, mini rotondas, chicanas, canalizaciones forzadas, estrechamientos de la calzada, etc. Mientras otros apelan a cambios en el diseño estructural, generando saltos, sacudones o ruidos para obligar a los conductores a disminuir su velocidad de marcha. Sus características varían según el objetivo perseguido, controlar el volumen o disminuir la velocidad.

Pero también la reducción de la velocidad del tránsito puede estar dada por un buen diseño funcional del proyecto a través de una adecuada disposición de las intersecciones, longitudes acordes de los tramos, etc.

#### **V.12.1.1. Reductores de velocidad**

Estos dispositivos consisten en modificaciones de la rasante tales como depresiones y elevaciones de la calzada que desalientan a los conductores a desarrollar altas velocidades.

En la zona donde comienza la urbanización de Pueblo Belgrano se prevé la colocación de reductores prefabricados de caucho sintético con perfil uniforme, que permiten un tránsito seguro. Sumado a su fácil instalación y que no requieren del cierre de calle para la ejecución de los mismos.

Estos reductores cuentan con una correcta distribución de agujeros para lograr la máxima fijación a la superficie. Cada agujero contiene un buje para soportar las tensiones de los bulones y para evitar los desplazamientos por sobrecargas. Pudiendo ser retirados con facilidad para su almacenaje o reubicación.

Se puede apreciar un esquema de los mismos en la Figura V-18

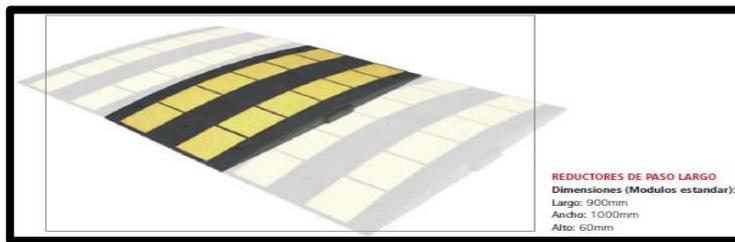


Figura V-18 Esquema de reductor prefabricado. Fuente: SUMACO SRL

Debido a que la velocidad de diseño de nuestra red vial es baja se utilizan los reductores de menores dimensiones, espesor de 3 cm y ancho de 60cm: los cuales deberán colocarse a una distancia comprendida entre 10 - 30 metros antes de la zona en la que se quiere que la velocidad se reduzca. Además de la ejecución de señalización que identifique su ubicación unos 25 a 50 metros antes de los mismos.

### V.12.2. Iluminación

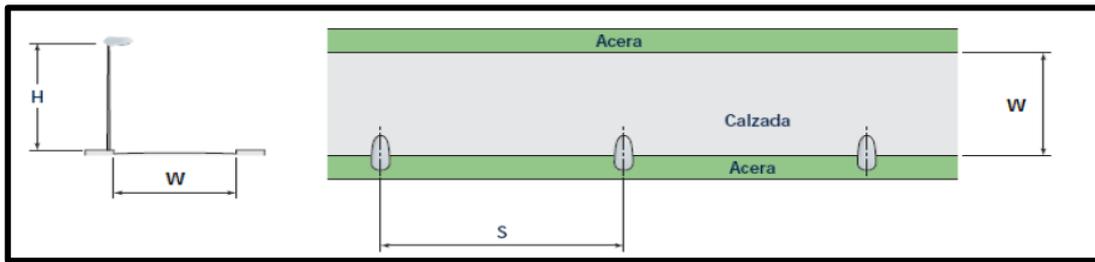
La finalidad del diseño de sistemas de iluminación vial es mejorar la seguridad del tráfico tanto de vehículos como peatonal, respetando las normas técnicas y las leyes, y garantizar la visibilidad de los obstáculos presentes en la calzada y en situaciones de peligro potencial en cruces de vehículos o pasos de peatones.

Para el caso de este anteproyecto solo nos abocaremos a lograr la seguridad y visibilidad del tránsito vehicular ya que no se cuenta con pasos peatonal ni tampoco con veredas o bicisendas que permitan la circulación de peatones en la zona de la vía.

Según consta en la norma IRAM-AADL J 2022-2: Alumbrado público – pautas para el diseño y guía de cálculo (1994): El alumbrado público tiene por objeto facilitar a los participantes del tránsito automotor el reconocimiento de la superficie de la calzada, sus límites, obstáculos, accesos, cruces, objetos móviles y estáticos sobre ella, de modo de permitir el desplazamiento nocturno con un mínimo de riesgo y trabas, facilitando también un rápido drenaje del tránsito.

El tipo de iluminación está determinado por la importancia de la vía y los volúmenes de tránsito manejados por ella. El proyecto de iluminación es elaborado de acuerdo a normas vigentes estableciéndose el tipo y potencia de luminarias, la altura de los soportes, la distancia entre los mismos, etc.

Para el diseño de la luminaria se siguieron los lineamientos dados por la norma IRAM-AADL J 2022 citada anteriormente. El primer aspecto que se menciona en dicha normativa es la ubicación de las columnas de luminaria respecto a la calzada. Dando varios tipos de ubicaciones, siendo la de aplicación a este proyecto la disposición unilateral como puede apreciarse en la Figura V-19.



**Figura V-19 Distribución unilateral de luminaria. Fuente: IRAM-AADL J 2022-2**

Este tipo de disposición es aquella donde todas las luminarias se instalan a un solo lado de la vía.

Otro de los requisitos de esta norma es el de uniformidad de la luminancia para evitar que se produzcan puntos de enmascaramiento de los objetos de bajo contraste, para esto deben asegurarse buenas uniformidades longitudinales y parciales, atendiendo en especial a zonas de curvas y cruces. En el caso de curvas se recomienda una mayor proximidad entre luminarias, y la disposición de las mismas en el lateral exterior de la curva.

Para este proyecto no serán necesarios tramos de adaptación visual de la retina ante cambios de luminancia por que la velocidad de diseño es menor a 50 km/h.

Para determinar la separación de las luminarias se empleó un método simplificado denominado método de los lúmenes o del factor de utilización. Mediante un proceso iterativo, sencillo y práctico, se consiguen resultados aceptables.

**V.12.2.1. Datos de entrada**

- Nivel de iluminancia media ( $E_m$ ): depende del tipo de vía que se tenga, según la norma IRAM-AADL J 2022 antes mencionada, Como nuestra vía es interurbana consideramos la calzada tipo B. Que posee un tipo de tránsito rápido,  $v < 100$  km/h, volumen de tránsito importante, sin separadores y sin presencia de peatones; para las cuales se tiene un valor de  $E_m = 35$  lx.

| Tipo de vía | Iluminancia media (lx) | Luminancia media (cd/m <sup>2</sup> ) |
|-------------|------------------------|---------------------------------------|
| A           | 35                     | 2                                     |
| B           | 35                     | 2                                     |
| C           | 30                     | 1.9                                   |
| D           | 28                     | 1.7                                   |
| E           | 25                     | 1.4                                   |

**Tabla V-22 Nivel de luminancia. Fuente: IRAM-AADL J 2022-2**

- Altura de las luminarias: para ello se siguen distintas recomendaciones que sugieren según el tipo de disposición, la relación ancho de calle respecto a la altura de luminarias. Estas recomendaciones pueden observarse en la Tabla V-23.

| Disposición | Relación anchura/altura |
|-------------|-------------------------|
| Unilateral  | $\leq 1$                |
| Tresbolillo | $1 < A/H \leq 1.5$      |
| Pareada     | $> 1.5$                 |

**Tabla V-23 Disposición, según ancho calle/altura. Fuente: IRAM-AADL J 2022-2**

Como fue definido anteriormente se adoptó una disposición unilateral, conlleva a relación anchura/altura  $< 1$  y dado que el ancho de la calzada es igual a 7,20 metros y el de la banquina 1,80m, debe tenerse una altura de luminaria mayor a 10,8 metros para que se verifique esta relación. Por lo tanto se optó por una altura de columna de 11 metros.

- Potencia luminosa de los artefactos: expresada a través del flujo luminoso. Según la altura de la luminaria se recomiendan los siguientes valores de flujo luminoso que se ven en la siguiente tabla:

| Flujo de la lámpara (lm)    | Altura (m)       |
|-----------------------------|------------------|
| $3000 \leq \Phi_i < 10000$  | $6 \leq H < 8$   |
| $10000 \leq \Phi_i < 20000$ | $8 \leq H < 10$  |
| $20000 \leq \Phi_i < 40000$ | $10 \leq H < 12$ |
| $\geq 40000$                | $\geq 12$        |

**Tabla V-24 Potencia luminosa según altura. Fuente: IRAM-AADL J 2022-2**

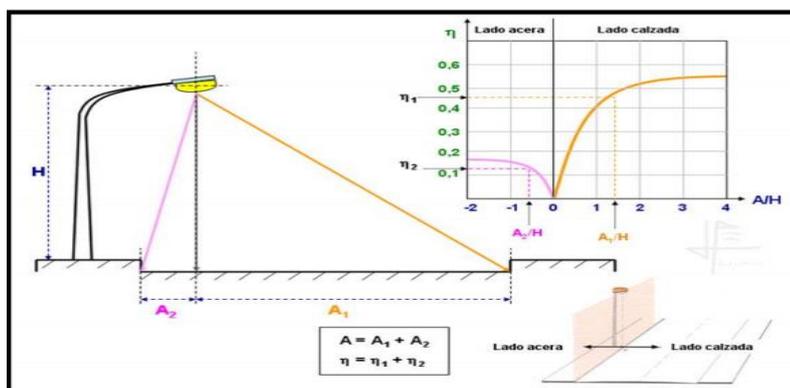
Dada la altura de 11 metros, se debió colocar una lámpara que otorgue un flujo luminoso de entre 20.000 y 40.000.

- Factor de Mantenimiento: (fm) dependiendo de las características de la zona (contaminación, tráfico, mantenimiento, etc.). Normalmente esto es difícil de evaluar y se recomienda tomar un valor no superior a 0,80. Se adopta 0,70.

| Características de la vía | Luminaria abierta | Luminaria cerrada |
|---------------------------|-------------------|-------------------|
| Limpia                    | 0.75              | 0.80              |
| Media                     | 0.68              | 0.70              |
| Sucia                     | 0.65              | 0.68              |

**Tabla V-25 Factor de Mantenimiento de la luminaria. Fuente: IRAM-AADL J 2022-2**

- Factor de utilización: que es una medida del rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y se definió como el cociente entre el flujo útil, el que llega a la calzada, y el emitido por la lámpara. Normalmente se representa mediante curvas que suministran los fabricantes con las luminarias, similares a la que sigue. Estas curvas se encuentran en función de dos valores posibles, uno para el lado acera y otro para el lado calzada.



**Figura V-20 Ejemplo Curva Luminaria.**

- $$\eta = \frac{\phi_{\text{útil}}}{\phi_L}$$

Dada la relación  $A/H = 1$ , adoptamos el valor de  $\eta = 0,40$

### V.12.2.2. Cálculo de la Distancia entre Luminarias

Una vez fijados los datos de entrada, se procede al cálculo de la separación (d) entre las luminarias utilizando la expresión de la iluminancia media:

$$E_m = \frac{\eta * f_m * \phi_L}{A * d}$$

Donde:

$E_m$  es la iluminancia media sobre la calzada que queremos conseguir.

$\eta$  es el factor de utilización de la instalación.

$f_m$  es el factor de mantenimiento.

$\phi_L$  es el flujo luminoso de la lámpara.

$A$  es la anchura a iluminar de la calzada que en disposición unilateral es igual a todo el ancho de calzada.

Despejando  $d$  de la expresión de la iluminancia media y reemplazando valores

$$d = \frac{0,40 \cdot 0,70 \cdot 40.000 \text{ Lm}}{35 \text{ lx} \cdot 11 \text{ m}} = 29\text{m}$$

El resultado del cálculo indica que es necesario poner una lámpara a una altura de 11 metros, separadas entre sí 29 metros que posea luminancia media de 35 Lux.

Se determinó el uso de lámparas LED debido a las ventajas que presentan respecto de los otros tipos existentes en el mercado. Entre estas ventajas se puede citar el ahorro de energía, la mayor vida útil, mayor control óptico, menor disipación de calor y protección del medio ambiente.

Del catálogo de la empresa Probattery se seleccionó una lámpara LED LUMINARIAS LED PROLIGHT Modelo de 8 módulos de  $30\text{W} = 240\text{W}$ . De la cual se adjunta su ficha técnica. Se seleccionó el modelo de columna que se puede observar en la Figura V-22.

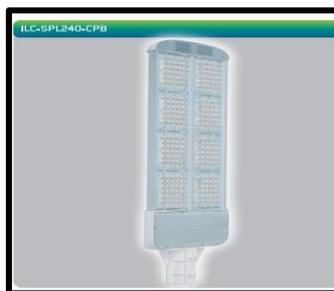
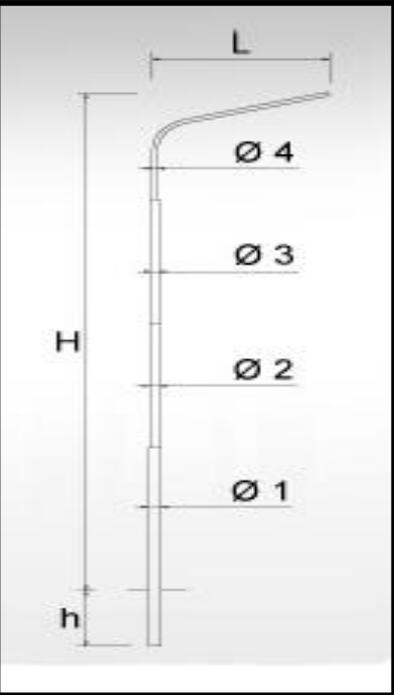


Figura V-21 Luminaria seleccionada. Fuente: Empresa Probattery.

| Modelo columna | Altura (H) mts. | Empot.(h) mts. | Vuelo (L) mts. | Formación     |        |        |        | Adaptador. Ø 60 mm x 150 mm |
|----------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|--------|--------|--------|-----------------------------|
|                |                 |                |                | Ø 1 mm (base) | Ø 2 mm | Ø 3 mm | Ø 4 mm |                             |
| B-1206/1       | 6,00            | 0,80           | 2,00           | 114           | 90     | 76     | 60     | NO                          |
| B-1206/2       | 6,00            | 0,80           | 2,00           | 140           | 114    | 90     | 60     | NO                          |
| B-1206/3       | 6,00            | 0,80           | 2,00           | 140           | 114    | 90     | 76     | SI                          |
| B-1207/1       | 7,00            | 0,80           | 2,00           | 114           | 90     | 76     | 60     | NO                          |
| B-1207/2       | 7,00            | 0,80           | 2,00           | 140           | 114    | 90     | 60     | NO                          |
| B-1207/3       | 7,00            | 0,80           | 2,00           | 140           | 114    | 90     | 76     | SI                          |
| B-1208/1       | 8,00            | 0,80           | 2,00           | 114           | 90     | 76     | 60     | NO                          |
| B-1208/2       | 8,00            | 0,80           | 2,00           | 140           | 114    | 90     | 60     | NO                          |
| B-1208/3       | 8,00            | 0,80           | 2,00           | 140           | 114    | 90     | 76     | SI                          |
| B-1208/4       | 8,00            | 0,80           | 2,00           | 168           | 140    | 114    | 76     | SI                          |
| B-1208/5       | 8,00            | 0,80           | 2,00           | 168           | 140    | 114    | 90     | SI                          |
| B-1209/1       | 9,00            | 0,90           | 2,00           | 114           | 90     | 76     | 60     | NO                          |
| B-1209/2       | 9,00            | 0,90           | 2,00           | 140           | 114    | 90     | 60     | NO                          |
| B-1209/3       | 9,00            | 0,90           | 2,00           | 140           | 114    | 90     | 76     | SI                          |
| B-1209/4       | 9,00            | 0,90           | 2,00           | 168           | 140    | 114    | 76     | SI                          |
| B-1209/5       | 9,00            | 0,90           | 2,00           | 168           | 140    | 114    | 90     | SI                          |
| B-1210/0       | 10,00           | 1,00           | 2,00           | 140           | 114    | 90     | 60     | NO                          |
| B-1210/1       | 10,00           | 1,00           | 2,00           | 140           | 114    | 90     | 76     | SI                          |
| B-1210/2       | 10,00           | 1,00           | 2,00           | 168           | 140    | 114    | 76     | SI                          |
| B-1210/3       | 10,00           | 1,00           | 2,00           | 168           | 140    | 114    | 90     | SI                          |
| B-1211/1       | 11,00           | 1,20           | 2,00           | 140           | 114    | 90     | 76     | SI                          |
| B-1211/2       | 11,00           | 1,20           | 2,00           | 168           | 114    | 90     | 76     | SI                          |



**Figura V-22** Columna seleccionada. Fuente: Obreelectric S.R.L

La fundación de las columnas de alumbrado se materializa a través de macizos de hormigón.

En cuanto a las protecciones, se basaron en la “IRAM-AADL J 2020-4 requisitos de seguridad” que refiere a: equipamiento eléctrico-electrónico, conexiones eléctricas, puesta a tierra y materiales constitutivos de la luminaria, así como también sus características de estanqueidad y sobreelevación de la temperatura. Siguiendo esta normativa se colocará puesta a tierra en cada poste mediante conductor con su correspondiente jabalina.

### V.12.3. Señalización

La señalización surge de la necesidad de mantener informado al conductor del vehículo acerca de las características de la vía por la que circula y del entorno que la rodea. Generalizando, la misión de la señalización vial se define por 3 puntos:

- Advertir de la existencia de peligros potenciales.
- Informar de la vigencia de ciertas normas y reglamentaciones en tramos determinados.
- Orientar al usuario para que en todo momento sepa a donde está, hacia donde va y que dirección debe tomar para cambiar de destino.

Las señales no deben hallarse obstruidas por plantas, postes, otras señales, etc. Además deben hallarse localizadas con cierta antelación en relación a los eventos u objetos a las que se refieren.

Se puede clasificar de acuerdo a su ubicación en:

- Señalización vertical: ubicada fuera de la superficie de rodamiento de los vehículos.
- Señalización horizontal: dispositivos en contacto directo con la superficie de rodamiento, adheridos a la misma.

#### **V.12.3.1. Señalización vertical**

De acuerdo a la Ley Nacional de Tránsito N° 24.449, el Manual Interamericano de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras y Normas que sobre el tema mantiene vigentes la Dirección Nacional de Vialidad (D.N.V.).

Las señales verticales constituyen una parte muy importante del sistema de señalización vial carretero, ya que a través de ellas se logra satisfacer casi la totalidad de las funciones asignadas. Además, relacionan el tiempo y el espacio, brindando una información anticipada de los hechos, facilitando una respuesta adecuada del conductor. Las mismas se materializan con carteles fijados en estructuras de sostén, cuyo propósito es transmitir un mensaje que puede tener por objeto proporcionar una información, advertir un peligro, indicar la existencia de determinadas reglamentaciones o restricciones, educar o evitar peligros. Las señales deberán permitir su correcta visibilidad tanto diurna como nocturna, para ello se utilizarán exclusivamente materiales retrorreflectivos que podrán complementarse mediante el empleo de un sistema especial de iluminación.

Para mejorar las condiciones de seguridad de los conductores que abandonan la calzada y evitar un posible choque contra las señales, éstas deberán ser emplazadas a la mayor distancia posible del borde externo de la calzada.

El extremo de las señales laterales más próximo a la banquina estará ubicado a una distancia no menor de 0,60m del borde de la misma, pero nunca a menos de 3.60m del borde más próximo del pavimento. Los soportes de las señales aéreas, emplazados tanto a la derecha como a la izquierda de la calzada, estarán separados no menos de 1,80m del borde de una banquina pavimentada. Cuando sea factible, por existir espacio suficiente, la mencionada distancia se extenderá a 3,00m. Información que puede apreciarse en la Figura V-23.

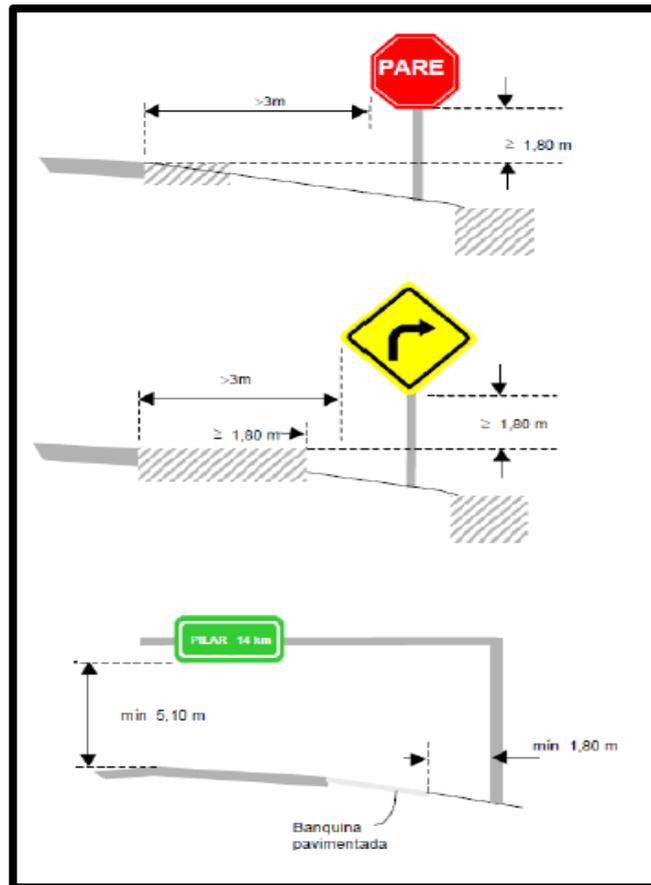


Figura V-23 Distancias mínimas a señales. Fuente: DNV

### V.12.3.2. Señalización horizontal

Según la Dirección Nacional de Vialidad: Las marcas viales o demarcación horizontal son las señales de tránsito aplicadas sobre la calzada, con la finalidad de guiar el tránsito vehicular, regularla circulación y advertir determinadas circunstancias.

La regulación incluye la transmisión de órdenes y/o indicación de zonas prohibidas. La Demarcación Horizontal aumenta los niveles de seguridad y eficacia de la circulación, por lo que es necesario que se tengan en cuenta en cualquier actuación vial como parte del diseño y no como mero agregado posterior a su concepción.

Las demarcaciones deben ser uniformes en su diseño, posición y aplicación. Es necesaria su uniformidad a fin de que puedan ser reconocidas y entendidas instantáneamente por los usuarios de la vía. El atributo primordial de toda Marca Vial es que debe ser visible tanto durante la circulación diurna como nocturna, así como ante limitaciones atribuibles a condiciones ambientales adversas, como lluvia o niebla. En tal sentido, todas las Demarcaciones horizontales en uso en la Red Nacional de Caminos deben ser reflectivas.

Los mismos se materializan mediante la impresión de signos (letras, palabras, números) o grafías (flechas, líneas, etc.).

Por su ubicación en la calzada se clasifican en:

- Líneas Centrales o “Eje”: Indican la separación de corrientes de tránsito de sentidos opuestos e incluye zonas con y sin prohibición de adelantamiento.
- Líneas de Borde: Indican a los conductores, dónde se encuentra el borde de la calzada, que permite posicionarse correctamente en la vía.
- Líneas de carril: Indican la separación de corrientes de tránsito que circulan en el mismo sentido.

Por su forma se clasifican en:

- Por su trazo: Líneas Continuas, Discontinuas o Mixtas.
- Por el número de líneas: Líneas Simples (individuales), o Líneas Dobles.
- Por su dimensión: Líneas Normales o Líneas Anchas.

Por su textura clasifican en:

- Líneas planas.
- Líneas conformadas.

### V.12.3.3. Señalización utilizada

Respecto de las señalizaciones verticales en estos casos de vialidad urbana las señalizaciones más importantes están relacionadas siempre con las intersecciones, porque representan los principales puntos de conflicto. En este caso se tienen intersecciones de tipo preferencial (cruce de vía preferencial).

Para este tipo de cruce la preferencia de paso se define mediante declaración expresa de una de las vías como principal, sobre la otra (secundaria). La señalización básica se coloca sobre la vía secundaria, obligando al tránsito a detenerse al llegar a la vía principal. La señalización mínima, será un poste con el octógono de PARE.

En lo que respecta a estos cruces, la señalización horizontal será una línea o barra de PARADA pintada sobre el pavimento, colocada en el lugar donde el conductor alcanza a medir su visibilidad de seguridad de cruce. Además se realizaran las líneas de centro de calzada discontinuas, salvo en las curvas, donde hay doble línea amarilla continua, las dimensiones de las líneas discontinuas tendrán un ancho de 10 centímetros, alternando 3 metros pintados y 5 no pintados, y las líneas de borde de pavimento continuas blancas y con un ancho de 15cm, según consta en el “manual de señalamiento horizontal” editado por la Asociación Argentina de Carreteras a requerimiento de la DNV.



Figura V-24 Señalización vertical a emplear. Fuente: DNV

### V.13. Drenaje Superficial

Una vía de comunicación, no solo exige una adecuada planeación económica y la selección conveniente de la ruta y materiales de construcción a emplear, sino el diseño racional de estructuras de drenaje, capaces de desalojar en todo momento en forma eficiente el escurrimiento aportado por las lluvias en cualquier tramo de la carretera.

El movimiento de suelo para generar la rasante del camino provocó una divisoria de aguas interceptando los aportes de las cuencas y debiendo éstos ser conducidos por obras de infraestructura hidráulica relacionadas al proyecto de la vía.

#### V.13.1. Drenaje Superficial

El drenaje superficial deberá proyectarse como una red o conjunto de redes que recoja la escorrentía superficial procedente de la plataforma de la carretera y de los márgenes que viertan hacia ella, y las conduzca a un desagüe. Además del costo, deberán ser tenidos en cuenta factores:

- Topográficos: altitud, posición de la explanación respecto al terreno contiguo, espacio disponible, origen y posible punto de desagüe de cada red, situación de obras de drenaje transversal o de paso prevista o necesaria, transiciones de peralte, presencia de mediana, puntos altos y bajos.
- Climatológicos: régimen seco con chubascos, régimen de lluvias continuas.
- Hidrológicos: presencia, nivel y caudal de aguas subterráneas: aportación y desagüe de aguas superficiales, escorrentía.
- Geotécnicos: naturaleza y condiciones de los suelos, posibilidad de corrimientos y erosión; permeabilidad.

El cálculo del caudal de diseño se efectuará mediante el Método Racional Generalizado, que con claro sentido físico en sus parámetros relaciona una lluvia con el caudal máximo de la crecida que produce. El Método comenzó a utilizarse alrededor de la mitad del siglo XIX y es probablemente el más utilizado para el diseño de desagües urbanos, aunque luego se extendió su aplicación a zonas rurales. La principal hipótesis del método es asumir uniformidad espacial y temporal de la lluvia y su fórmula es:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q: Caudal máximo (m<sup>3</sup>/s)

C: Coeficiente de escorrentía (adimensional), tabulado, depende de las características de la cuenca (pendiente, permeabilidad, cobertura) y del uso futuro del suelo una vez urbanizado y es menor o igual a la unidad.

I: Intensidad de precipitación (mm/h) correspondiente a una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca.

A: Área de la cuenca (Ha)

Si observamos la ecuación general del método, el primer parámetro que debemos determinar es el coeficiente de escorrentía C. Éste representa la porción de la precipitación que se convierte en caudal, es decir la relación entre la precipitación total y el escurrimiento superficial. Estos coeficientes se obtuvieron de la siguiente Tabla V-26:

| COBERTURA VEGETAL        | TIPO DE SUELO | COEFICIENTE DE ESCORRENTIA C |              |              |              |              |
|--------------------------|---------------|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                          |               | PENDIENTE DEL TERRENO        |              |              |              |              |
|                          |               | PRONUNCIADA<br>50 %          | ALTA<br>20 % | MEDIA<br>5 % | SUAVE<br>1 % | DESPRECIABLE |
| SIN VEGETACION           | IMPERMEABLE   | 0,80                         | 0,75         | 0,70         | 0,65         | 0,60         |
|                          | SEMIPERMEABLE | 0,70                         | 0,65         | 0,60         | 0,55         | 0,50         |
|                          | PERMEABLE     | 0,50                         | 0,45         | 0,40         | 0,35         | 0,20         |
| CULTIVOS                 | IMPERMEABLE   | 0,70                         | 0,65         | 0,60         | 0,55         | 0,50         |
|                          | SEMIPERMEABLE | 0,60                         | 0,55         | 0,50         | 0,45         | 0,40         |
|                          | PERMEABLE     | 0,40                         | 0,35         | 0,30         | 0,25         | 0,20         |
| PASTOS VEGETACIÓN LIGERA | IMPERMEABLE   | 0,65                         | 0,60         | 0,55         | 0,50         | 0,45         |
|                          | SEMIPERMEABLE | 0,55                         | 0,50         | 0,45         | 0,40         | 0,35         |
|                          | PERMEABLE     | 0,35                         | 0,30         | 0,25         | 0,20         | 0,15         |
| HIERBA, GRAMA            | IMPERMEABLE   | 0,60                         | 0,55         | 0,50         | 0,45         | 0,40         |
|                          | SEMIPERMEABLE | 0,50                         | 0,45         | 0,40         | 0,35         | 0,30         |
|                          | PERMEABLE     | 0,30                         | 0,25         | 0,20         | 0,15         | 0,10         |
| BOSQUES VEGETACIÓN DENSA | IMPERMEABLE   | 0,55                         | 0,50         | 0,45         | 0,40         | 0,35         |
|                          | SEMIPERMEABLE | 0,45                         | 0,40         | 0,35         | 0,20         | 0,25         |
|                          | PERMEABLE     | 0,25                         | 0,20         | 0,15         | 0,10         | 0,05         |

Tabla V-26 Coeficientes de escurrimiento. Fuente: Vías de Comunicación I UTN- FRCU

Seguidamente el parámetro que debe hallarse es la intensidad de lluvia de diseño.

Para proyectos de obras hidráulicas, tales como sistemas de drenaje rural o urbano, alcantarillas, desagües pluviales, vertederos de represas, etc., es necesario conocer los tres parámetros que caracterizan las precipitaciones máximas: intensidad, duración y recurrencia. Las relaciones intensidad-duración-recurrencia permiten definir el valor de intensidad media de lluvia  $i$  para una duración  $d$  igual al tiempo en que la totalidad de la cuenca de aporte se encuentra solicitando a la obra con el caudal de diseño, y para una recurrencia  $T$  acorde al riesgo asociado a la falla. La intensidad media de lluvia disminuye a medida que se incrementa la duración de la tormenta. A su vez, para una duración de tormenta determinada, cuanto mayor sea la recurrencia o tiempo de ocurrencia  $T$  de la tormenta, mayor será su intensidad, según se esquematiza en la Figura V-25, para recurrencias  $T_A$ ,  $T_B$  Y  $T_C$ .

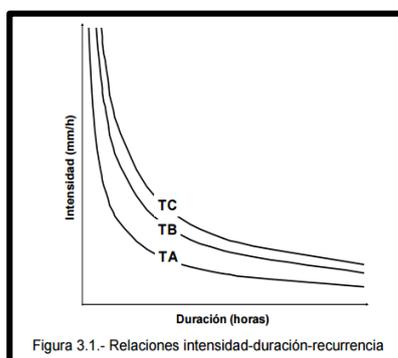


Figura V-25 Relaciones intensidad-duración-recurrencia. Fuente: Grupo de Investigación en Hidrología e Hidráulica Aplicada (GIHHA) UTN-FRCon

Según trabajos ya realizados para la Cátedra Vías de Comunicación I, se tomó la curva de relación intensidad –duración – frecuencia (i–d–f) de la Ciudad de Concepción del Uruguay. Dicha relación se obtuvo por medio del Proyecto “Regionalización de Precipitaciones Máximas para la Provincia de Entre Ríos”, desarrollado por el Grupo de Investigación en Hidrología e Hidráulica Aplicada (GIHHA) de la Facultad Regional Concordia, de la Universidad Tecnológica Nacional.

Dicho trabajo brinda las ecuaciones **i-d-t** para la Provincia de Entre Ríos, siendo válidas para duraciones entre 10 y 1440 minutos, y recurrencias de hasta 50 años.

Se obtiene así la siguiente expresión de intensidad:

$$I = \frac{1086,9 * (Tr)^{0,19}}{(d + 9)^{0,78}}$$

Donde:

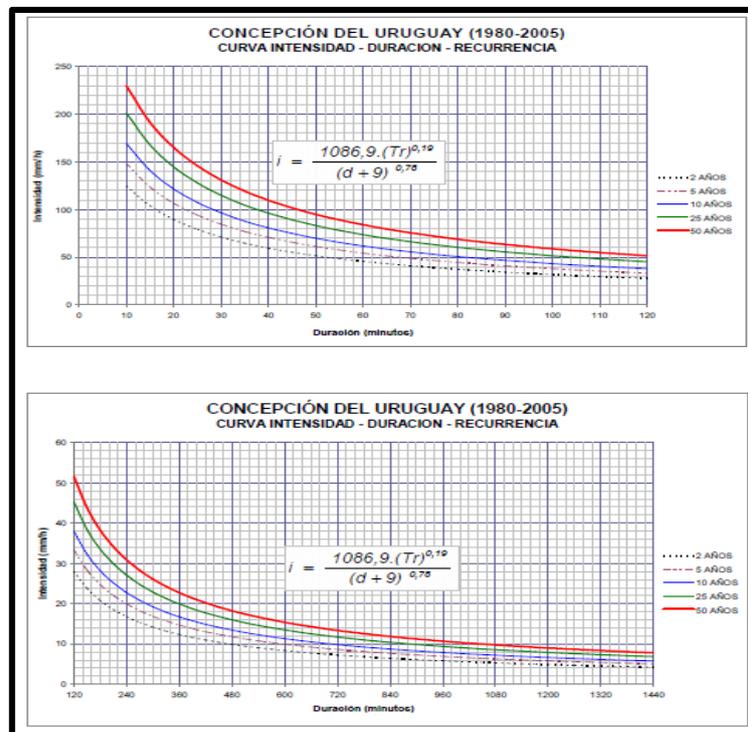
I: intensidad de precipitación (mm/h)

Tr: período de retorno en años

d: duración de la lluvia en minutos

k, c, m, n: parámetros característicos del lugar

En la Figura V-26 puede apreciarse las representaciones gráficas de las mismas y en la Tabla V-27 podemos observar los valores de la curva i-d-t.



**Figura V-26 Relaciones intensidad-duración-recurrencia Concepción del Uruguay. Fuente: Grupo de Investigación en Hidrología e Hidráulica Aplicada (GIHHA) UTN- FRCon**

| <b>INTENSIDADES MÁXIMAS DE PRECIPITACIÓN CONCEPCIÓN DEL URUGUAY (mm/hora)</b> |                           |           |           |           |            |            |            |            |             |
|---|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| <b>Tr (años)</b>  | <b>Duración (minutos)</b> |           |           |           |            |            |            |            |             |
|   | <b>10</b>                 | <b>15</b> | <b>30</b> | <b>60</b> | <b>120</b> | <b>180</b> | <b>360</b> | <b>720</b> | <b>1440</b> |
| <b>50</b>   | 230                       | 192       | 131       | 84        | 52         | 38         | 23         | 13         | 8           |
| <b>25</b>   | 202                       | 168       | 115       | 74        | 45         | 34         | 20         | 12         | 7           |
| <b>20</b>   | 193                       | 161       | 110       | 71        | 43         | 32         | 19         | 11         | 7           |
| <b>10</b>   | 169                       | 141       | 97        | 62        | 38         | 28         | 17         | 10         | 6           |
| <b>5</b>  | 148                       | 124       | 85        | 54        | 33         | 25         | 15         | 9          | 5           |
| <b>2</b>  | 125                       | 104       | 71        | 46        | 28         | 21         | 12         | 7          | 4           |

Tabla V-27 Relación intensidad-duración-recurrencia. Fuente: Grupo de Investigación en Hidrología e Hidráulica Aplicada (GIHHA) UTN- FRCU

Dado que la magnitud de un evento extremo es inversamente proporcional a su frecuencia de ocurrencia, se requiere definir el intervalo de recurrencia o período de retorno  $T_r$ , que por definición es el tiempo medio entre ocurrencias en el largo plazo. La adopción de la magnitud del evento extremo dependerá del costo y del riesgo asociado a la falla de la obra. La Tabla V-28 presenta rangos de valores usuales de períodos de retorno ( $T_r$ ) de diseño de estructuras hidráulicas:

| <b>Tipo de estructura</b>          | <b>Período de retorno (años)</b> |
|------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Alcantarillas de carreteras</b> |                                  |
| Volúmenes de tráfico bajos         | 5-10                             |
| Volúmenes de tráfico intermedios   | 10-25                            |
| Volúmenes de tráfico altos         | 50-100                           |
| <b>Puentes de carreteras</b>       |                                  |
| Sistema secundario                 | 10-50                            |
| Sistema primario                   | 50-100                           |
| <b>Drenaje agrícola</b>            |                                  |
| <b>Drenaje urbano</b>              |                                  |
| Alcantarillas en ciudades pequeñas | 2-25                             |
| Alcantarillas en ciudades grandes  | 25-50                            |
| <b>Aeropuertos</b>                 |                                  |
| Volúmenes de tráfico bajos         | 5-10                             |
| Volúmenes de tráfico intermedios   | 10-25                            |
| Volúmenes de tráfico altos         | 50-100                           |

Tabla V-28 Criterios de diseño generalizados para estructuras hidráulicas.  
Fuente: Chow, Maidment, Mays, 1994

Según este criterio y teniendo en cuenta la importancia de la obra, se elige el siguiente período de retorno  $T_r$ : 25 años.

Existen varias fórmulas empíricas para hallar el tiempo de concentración que se define como el tiempo necesario para que todo el sistema (toda la cuenca) contribuya eficazmente a la generación de flujo en el desagüe. Se atribuye muy comúnmente el tiempo de concentración al intervalo de tiempo que tarda en llegar a la zona de estudio una gota de agua caída en el punto más alejado de la cuenca. En este caso se usa la fórmula propuesta por Kirpich:

$$T_c = 0,01947 * L^{0,77} * S^{-0,385}$$

Donde:

- $T_c$  = tiempo de concentración (en minutos).
- $L$  = longitud del cauce principal (en metros).
- $S$  = pendiente del cauce principal (en metros /metros).

Para el cálculo de caudales de aporte se contó con la colaboración del grupo de investigación GECRU, el cual nos brindó la información necesaria de las curvas de nivel de la zona de estudio. La misma fue analizada y se delimitaron las subcuencas de aporte en la zona del camino. La Figura V-27 permite observar las curvas de nivel (verde), la traza del camino (rojo) y las subcuencas (negro):



Figura V-27 Curvas de nivel, traza de camino y subcuencas

Luego se calculó el Tc de cada subcuenca los cuales se muestran en la Tabla V-29:

| Cuenca | Cota inicial (m) | Cota Final (m) | Longitud (m) | Pendiente (m/m) | Tiempo de Concentración (min) |
|--------|------------------|----------------|--------------|-----------------|-------------------------------|
| 1      | 6                | 1,4            | 722,5        | 0,0064          | 21,69                         |
| 2      | 11,8             | 1,6            | 2197,5       | 0,0046          | 57,67                         |
| 3      | 15,4             | 9,6            | 295          | 0,0197          | 7,05                          |
| 4      | 13,2             | 10,5           | 864,2        | 0,0031          | 32,74                         |
| 5      | 19,4             | 11,6           | 1193,4       | 0,0065          | 31,59                         |

**Tabla V-29 Cálculo del tiempo de concentración de las cuencas.**

Una vez que se cuenta con los datos de tiempo de concentración y áreas de las subcuencas, adoptamos los coeficientes de escorrentía y calculamos el caudal como muestra la Tabla V-30:

| Subcuenca | Área (Ha) | Coefficiente de Escorrentía | Tiempo de Concentración (min) | Intensidad (mm/h) | Caudal (m3/s) |
|-----------|-----------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------|
| 1         | 23,81     | 0,45                        | 21,69                         | 138,67            | 4,127         |
| 2         | 108,06    | 0,53                        | 57,67                         | 75,70             | 11,930        |
| 3         | 2,05      | 0,60                        | 7,05                          | 229,91            | 0,786         |
| 4         | 40,35     | 0,45                        | 32,74                         | 109,09            | 5,502         |
| 5         | 89,91     | 0,53                        | 31,59                         | 111,48            | 14,617        |

**Tabla V-30 Cálculo del caudal de las subcuencas de aporte**

Fue realizado un análisis de los caudales aportados por cada subcuenca y, ya que el escurrimiento natural de la región analizada se produce hacia el río Gualeguaychú, proponemos la ejecución de 3 alcantarillas a colocarse en la zona de intersección del cauce principal de las subcuencas 2, 4 y 5 con el camino, debido a que estas son la de mayor aporte. El caudal de la subcuenca 3 se lleva mediante cuneta hacia la alcantarilla N° 1 y el de la subcuenca 1 descarga en forma directa al río.

Puede observarse en la Figura V-28 los cauces principales de las subcuencas y la ubicación elegida para las alcantarillas.



Figura V-28 Cauces principales de cada subcuenca y ubicación de alcantarillas

### V.13.2. Dimensionamiento de las alcantarillas

Las alcantarillas son conductos cerrados que se construyen transversales a un terraplén, y por debajo de este, con el objeto de conducir agua de lluvia proveniente de las cunetas y contra cunetas hacia cauces naturales, eliminando el peligro de daños e interrupciones del tránsito.

El diseño hidráulico de una alcantarilla tiene como objetivo proporcionar una instalación o sistema de drenaje adecuado, seguro y económico para el flujo que se estima pasara por ella durante su vida útil de diseño, sin riesgos no razonables para la vida, estructura de la carretera y propiedades. Por lo general se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La localización del eje de la alcantarilla con respecto al del camino generalmente debe estar ubicada sobre el eje de un curso de agua natural existente, o bien en el fondo de una depresión, en el caso de que no exista un curso de agua.
- El alineamiento de la alcantarilla debe coincidir con el de la corriente natural y, de ser posible, deberá cruzar el camino en ángulo recto.
- El gradiente hidráulico de la alcantarilla debe coincidir por lo general con el que tenga la corriente. Si la pendiente se reduce en la alcantarilla, da lugar a una reducción de la velocidad, lo que origina que los sedimentos transportados por la corriente se depositen a lo largo de la alcantarilla. Por el contrario, si la pendiente de la alcantarilla se aumenta considerablemente respecto del cauce natural, se obtienen velocidades altas que pueden dar inicio a los problemas de erosión a lo largo y a la salida de la estructura.

Se realiza el análisis hidráulico desde la zona más alta coincidente con la zona de la subcuenca 5: El caudal a transportar por la alcantarilla N° 3 es el que descarga la subcuenca 5: 14,62 m³/s; en la alcantarilla N° 2 la subcuenca 4 descarga 5,50 m³/s, mientras que en la alcantarilla N° 1 descargan las subcuencas 2 y 3 un caudal de 12,71 m³/s.

Para simplificar los cálculos solo se adoptaron dos de éstos para el diseño de las secciones de las alcantarillas. Para N°1 y 3 (Alcantarillas Tipo A de ahora en adelante) un caudal de 14,62 m³/s y para N° 2 (Alcantarillas Tipo B de ahora en adelante) un caudal 5,50 m³/s.

Para predimensionar el área de las alcantarillas se siguieron los lineamientos del apunte de Vías de Comunicación I de la Universidad Nacional de Córdoba en los que se emplean métodos aproximados que permiten adoptar una velocidad de escurrimiento de 3 m/s.

$$A(m^2) = \frac{Q \left(\frac{m^3}{s}\right)}{3}$$

El período de retorno Tr: 25 años según la importancia de la obra.

Se asume la elección de alcantarilla de sección circular de hormigón armado de  $\phi$  1,6 m (área: 2,01m²) y  $\phi$  1m (área: 0,785m²) y con las características mostradas por el proveedor de las mismas en la Figura V-29.

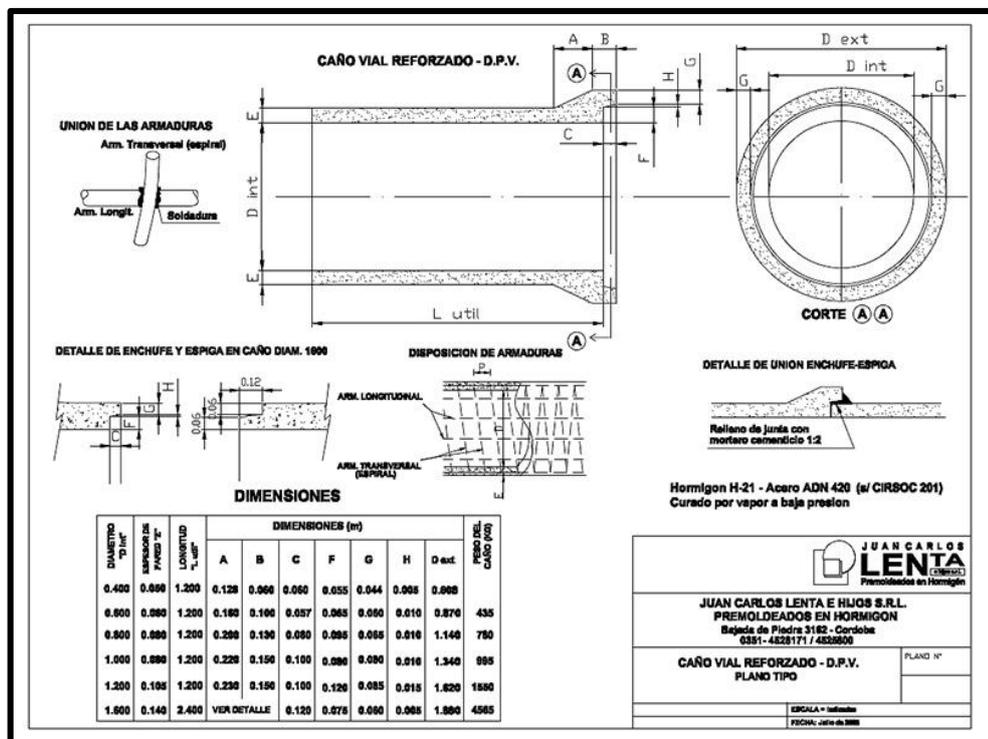
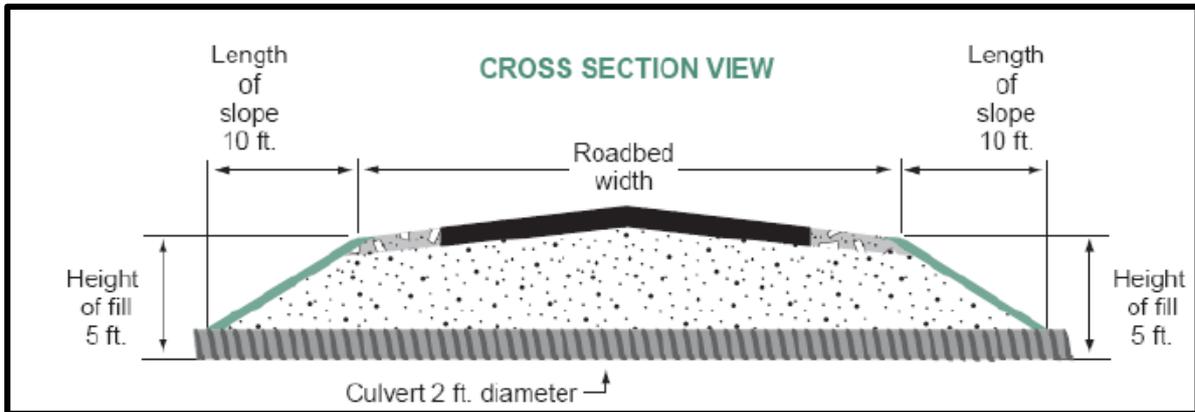


Figura V-29 Características del tubo de alcantarilla. Fuente: JUAN CARLOS LENTA E HIJOS S.R.L

Con una longitud calculada considerando que en caminos con tránsito denso, o de movimiento veloz, los taludes debieran ser más tendidos para cuando un vehículo errante lo transite. La alcantarilla se extiende para que abarque las banquetas simplemente por seguridad.

Si el extremo del tubo no se extendiera abarcando la banquina, a menudo la fuerza del agua erosionará el extremo del tubo y puede cortar la plataforma, creando una condición peligrosa y posibilidad de accidentes. Se crea una condición que requiere frecuente inspección y reparación después de cada lluvia intensa.



**Figura V-30 Determinación de longitud de alcantarilla. Fuente: Cátedra Vías de Comunicación I UTN-FRCU**

Se determinó la longitud de la alcantarilla mediante el empleo de la Figura V-30 extraída de los apuntes de la Cátedra Vías de Comunicación de nuestra Facultad, como el ancho de calzada y banquetas es de 10,8 metros sumando 6m tenemos una alcantarilla de 17 metros.

La pendiente acompaña la pendiente natural del cauce siendo 0,65% Tipo A y 0,3% Tipo B.

De visita al terreno se observó que aguas debajo de las futuras alcantarillas no existen obstrucciones ni cambios bruscos de pendiente que alteren el régimen de escurrimiento.

La separación de los tubos en instalaciones múltiples, medidas entre las superficies externas, debe ser igual a la mitad del diámetro del tubo con un máximo de 1 m y un mínimo de 0,4 m, a fin de facilitar la compactación del material de relleno. Se adoptan separaciones de 0,6m para ambos diámetros.

La Tabla V-31 resume los cálculos efectuados:

| Caudal | Caudal (m <sup>3</sup> /s) | Cantidad de tubos | Caudal de cálculo (m <sup>3</sup> /s) | Área estimada (m <sup>2</sup> ) | Diámetro adoptado D (m) | Área adoptada (m <sup>2</sup> ) |
|--------|----------------------------|-------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| A      | 14,62                      | 3                 | 4,87                                  | 1,62                            | 1,60                    | 2,01                            |
| B      | 5,502                      | 3                 | 1,83                                  | 0,61                            | 1                       | 0,79                            |

**Tabla V-31 Cuadro de resumen.**

Según las dimensiones, material de la alcantarilla, caudal, condiciones de entrada y de salida de la misma, etc. variarán las características hidráulicas del flujo.

Definimos como sección de control a aquella sección donde existe una relación definida entre el caudal y el tirante. Es la sección en la cual se asume que se desarrolla un tirante próximo al crítico.

Existen dos tipos de funcionamiento de alcantarilla:

- Alcantarilla con control de entrada: la capacidad está gobernada por la geometría de la sección y altura de agua a la entrada del conducto, independientemente de que esté sumergida o no. El conducto puede canalizar un caudal superior al que permite la entrada. Con control de entrada, una alcantarilla es hidráulicamente corta.

- Alcantarilla con control de salida: a los factores que regulan la capacidad se añaden otros: longitud, pendiente y rugosidad del conducto, y la altura de agua a la salida. La sección de control está localizada a la salida del conducto o más allá aguas abajo. El ingreso acepta un caudal superior al que el conducto puede canalizar. Con control de salida, una alcantarilla es hidráulicamente larga.

**V.13.2.1. Alcantarillas con control de entrada**

Bajo control de entrada, el conducto puede conducir más caudal que el que permite la entrada. El comportamiento de alcantarillas depende de:

- La sección transversal de la alcantarilla.
- La geometría de la embocadura.
- La profundidad del agua a la entrada (o altura del remanso -  $H_e$  -).

El cálculo de  $H_e$  se llevó a cabo mediante el monograma de la Figura V-28 para el caso de alcantarillas Tipo A la relación  $H_e/D= 1,1$  y para Tipo B  $H_e/D= 1,3$ .

Las cargas hidráulicas obtenidas se observan en la Tabla V-32.

| <b>Control de entrada</b>  |                       |                           |                             |
|----------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| <b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b> | <b>Diámetro D (m)</b> | <b><math>H_e/D</math></b> | <b><math>H_e</math> (m)</b> |
| 4,87                       | 1,60                  | 1,1                       | 1,76                        |
| 1,83                       | 1,00                  | 1,3                       | 1,30                        |

**Tabla V-32 Cuadro de resumen para control de entrada.**

Del gráfico N°16 Figura V-31 determinamos la profundidad crítica –  $h_c$ :

- Tipo A:  
 $Q=4,87\text{m}^3/\text{seg}$  y  $D=1,6\text{m}$  entonces  $H_c=1,10\text{m}$
- Tipo B:  
 $Q=1,83\text{m}^3/\text{seg}$  y  $D=1,0\text{m}$  entonces  $H_c: 0,80\text{ m}$

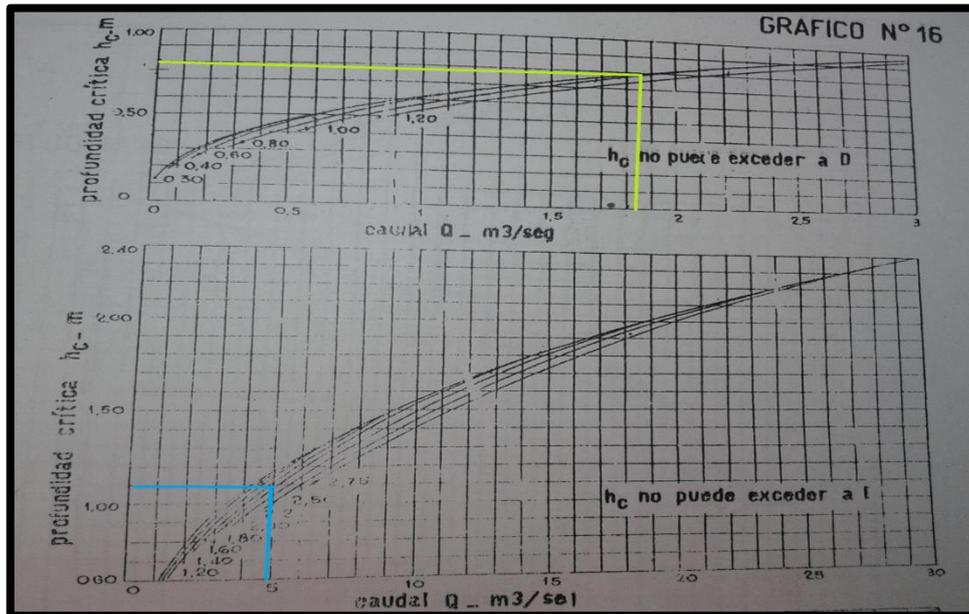


Figura V-31 Gráfico cálculo  $h_c$ . Fuente: Apuntes Vías de Comunicación I de la Universidad Nacional de Córdoba.

#### V.13.2.2. Alcantarillas con control de salida

El comportamiento de alcantarillas funcionando bajo control de salida depende de:

- La sección transversal de la alcantarilla.
- La geometría de la embocadura.
- La profundidad del agua a la entrada (o altura del remanso).
- El nivel de agua en el cauce a la salida
- La pendiente
- La rugosidad
- El largo

La altura de agua a la entrada, se calcula con:  $H_e = H + h_0 - L * i$

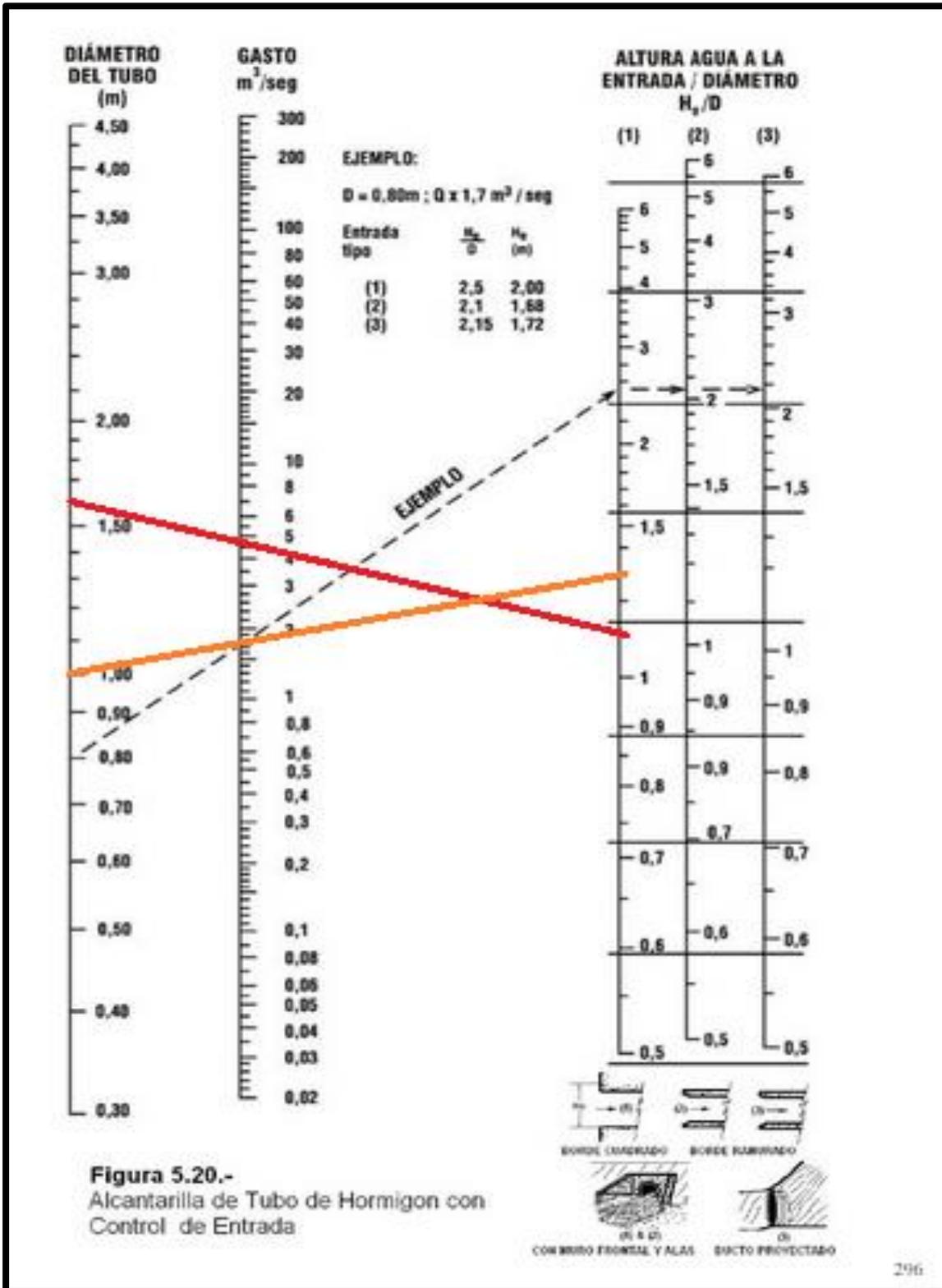


Figura V-32 Nomograma cálculo  $H_e$ . Fuente: Cátedra Vías de Comunicación IUTN-FRCU

Donde:

L: longitud de la alcantarilla

i: pendiente de la alcantarilla

Para el valor de  $h_0$  se debe tener en cuenta el valor de  $H_S$ , debiéndose adoptar:

$$\begin{array}{l} a) H_S \geq D \rightarrow h_0 = H_S \\ b) H_S < D \rightarrow \text{mayor valor entre: } h_0 = \frac{d_c + D}{2} \text{ y } h_0 = H_S \end{array}$$

Dado que no nos es factible calcular el  $H_S$  debido a que se debería estimar demasiadas cosas, adoptamos, a efectos académicos, el valor correspondiente a:

$$h_0 = \frac{h_c + D}{2}$$

Para el cálculo de H se empleó la siguiente fórmula:

$$H = \left( 1 + K_e + 19,6 * \frac{n^2 * L}{R_h^{\frac{4}{3}}} \right) * \frac{v^2}{2 * g}$$

Donde:

$K_e$ : Coeficiente de pérdidas de entrada, que permite considera el efecto de la configuración de los bordes.

n: Coeficiente de Manning.

$R_h$ : Radio hidráulico.

v: velocidad según Fórmula de Manning.  $v = \frac{1}{n} * R_h^{2/3} * i^{1/2}$

g: Aceleración de la gravedad

De la Figura V-33 se adopta un  $K_e = 0,5$  (Caño de hormigón saliente desde el terraplén, extremo recto) y de Figura V-34 un  $n = 0,012$  (Caño de hormigón).

| Inlet Coefficients                                      |                                     |
|---|-------------------------------------|
| <u>Type of Structure and Design of Entrance</u>         | <u>Coefficient <math>K_e</math></u> |
| <b>Pipe, Concrete</b>                                   |                                     |
| Projecting from fill, socket end (groove-end)           | 0.2                                 |
| Projecting from fill, square cut end                    | 0.5                                 |
| Headwall or headwall and wingwalls                      |                                     |
| Socket end of pipe (groove-end)                         | 0.2                                 |
| Square-edge   | 0.5                                 |
| Rounded [radius = 1/12(D)]                              | 0.2                                 |
| Mitered to conform to fill slope                        | 0.7                                 |
| *End-Section conforming to fill slope                   | 0.5                                 |
| Beveled edges, 33.7° or 45° bevels                      | 0.2                                 |
| Side- or slope-tapered inlet                            | 0.2                                 |
| <b>Pipe, or Pipe-Arch, Corrugated Metal<sup>1</sup></b> |                                     |
| Projecting from fill (no headwall)                      | 0.9                                 |
| Headwall or headwall and wingwalls square-edge          | 0.5                                 |
| Mitered to fill slope, paved or unpaved slope           | 0.7                                 |
| *End-Section conforming to fill slope                   | 0.5                                 |
| Beveled edges, 33.7° or 45° bevels                      | 0.2                                 |
| Side- or slope-tapered inlet                            | 0.2                                 |
| <b>Box, Reinforced Concrete</b>                         |                                     |
| Headwall parallel to embankment (no wingwalls)          |                                     |
| Square-edged on 3 edges                                 | 0.5                                 |
| Rounded on 3 edges to radius of [1/12(D)]               |                                     |
| or beveled edges on 3 sides                             | 0.2                                 |
| Wingwalls at 30° to 75° to barrel                       |                                     |
| Square-edged at crown                                   | 0.4                                 |
| Crown edge rounded to radius of [1/12(D)]               |                                     |
| or beveled top edge                                     | 0.2                                 |
| Wingwalls at 10° or 25° to barrel                       |                                     |
| Square-edged at crown                                   | 0.5                                 |
| Wingwalls parallel (extension of sides)                 |                                     |
| Square-edged at crown                                   | 0.7                                 |
| Side- or slope-tapered inlet                            | 0.2                                 |

Figura V-33 Coeficiente de pérdidas de entrada. Fuente: Cátedra Vías de Comunicación I UTN-FRCU.

| Manning's n Values  |  |                    |
|---|--|--------------------|
| <u>Type of Conduit</u>  | <u>Wall &amp; Joint Description</u>                    | <u>Manning's n</u> |
| <b>Concrete Pipe</b>  | Good joints, smooth walls                              | 0.012              |
|   | Good joints, rough walls                               | 0.016              |
|   | Poor joints, rough walls                               | 0.017              |
| <b>Concrete Box</b>   | Good joints, smooth finished walls                     | 0.012              |
|   | Poor joints, rough, unfinished walls                   | 0.018              |
| <b>Corrugated Metal Pipes and Boxes Annular Corrugations</b>            | 2 2/3- by 1/2-inch corrugations                        | 0.024              |
|   | 6- by 1-inch corrugations                              | 0.025              |
|   | 5- by 1-inch corrugations                              | 0.026              |
|   | 3- by 1-inch corrugations                              | 0.028              |
|   | 6-by 2-inch structural plate                           | 0.035              |
|   | 9-by 2-1/2 inch structural plate                       | 0.035              |
| <b>Corrugated Metal Pipes, Helical Corrugations, Full Circular Flow</b> | 2 2/3-by 1/2-inch corrugated                           |                    |
|   | 24-inch plate width                                    | 0.012              |
| <b>Spiral Rib Metal Pipe</b>  | 3/4 by 3/4 in recesses at 12 inch spacing, good joints | 0.013              |
| <b>High Density Polyethylene (HDPE)</b>                                 | Corrugated Smooth Liner                                | 0.015              |
|   | Corrugated   | 0.020              |
| <b>Polyvinyl Chloride (PVC)</b>   |  | 0.011              |

Figura V-34 Coeficiente de Manning. Fuente: Cátedra Vías de Comunicación I UTN-FRCU.

Se calculó la velocidad por Manning, debiendo determinarse previamente  $R_h$ .

$$R_h = \frac{A}{P}$$

$$V = \frac{1}{n} * R_h^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}}$$

En la Tabla V-33 se muestra un resumen de los cálculos efectuados:

| Control de salida |          |     |       |        |         |         |       |       |     |     |      |      |
|-------------------|----------|-----|-------|--------|---------|---------|-------|-------|-----|-----|------|------|
| Alcantarilla      | Q (m3/s) | Ke  | n     | Rh (m) | i (m/m) | V (m/s) | L (m) | H (m) | hc  | D   | h0   | He   |
| 1                 | 4,87     | 0,5 | 0,012 | 0,400  | 0,0065  | 3,646   | 17    | 1,13  | 1,1 | 1,6 | 1,35 | 2,37 |
| 2                 | 1,83     | 0,5 | 0,012 | 0,250  | 0,003   | 1,811   | 17    | 0,30  | 0,8 | 1   | 0,9  | 1,15 |
| 3                 | 4,87     | 0,5 | 0,012 | 0,400  | 0,0065  | 3,646   | 17    | 1,13  | 1,1 | 1,6 | 1,35 | 2,37 |

**Tabla V-33 Resumen de cálculos control de entrada.**

| Alcantarilla | He de CE | He de CS | Funcionamiento     |
|--------------|----------|----------|--------------------|
| 1            | 1,76     | 2,37     | Control de salida  |
| 2            | 1,30     | 1,15     | Control de entrada |
| 3            | 1,76     | 2,37     | Control de salida  |

**Tabla V-34 Funcionamiento de las alcantarillas.**

Se comparan las alturas “He” de ambos análisis y se determina el funcionamiento de cada alcantarilla. Finalmente:

Como las velocidades calculadas son mayores a las admisibles por el terreno según se muestra en la Tabla V-35. Debo emplear algún método de control de la erosión como pueden ser las sangrías (tipo surcos), retardadores (pequeños diques transversales), revestimiento de fondo y taludes, o saltos.

| Tipo de suelo  | Velocidad admisible (m/seg) |
|--|-----------------------------|
| <b>Suelos con vegetación</b>   |                             |
| En cualquier suelo que permita fácil crecimiento de hierba tupida          | 1,30                        |
| Con bhierba de pradera, tallos u hojas cortas y flexibles, bien arregladas | 1,50                        |
| Con manojos de hierbas, suelo desnudo entre plantas                        | 0,60 a 1,20                 |
| Con vegetación de tallos rígidos que no flexionan con la corriente         | 0,60 a 0,90                 |
| <b>Suelos sin vegetación</b>   |                             |
| Arena fina o limo con poco o nada de arcilla                               | 0,30 a 0,60                 |
| Loam firme ordinario   | 0,60 a 0,90                 |
| Arcilla dura, altamente coloidal   | 1,20                        |
| Arcilla y grava  | 1,20                        |
| Grava gruesa   | 1,20                        |
| Esquistos  | 1,50                        |

Tabla V-35 Velocidades admisibles en canales sin recubrimiento. Fuente: Apuntes Vías de Comunicación I de la Universidad Nacional de Córdoba.

Se especifica que deberá asegurarse terraplenes mínimos de 2,5 m en la zona de alcantarillas 1 y 3, y terraplenes de 1,5 m en la zona de la alcantarilla 2, así se determina que la altura máxima de agua en la entrada ( $H_e$ ) es menor que la altura del terraplén para que el agua no pase por encima de la calzada. También se construirán elementos para contención de los taludes, evitar la erosión y para la disipación de energía en las entradas y salidas de las alcantarillas.

### V.13.3. Dimensionamiento de cuneta

La cuneta es un canal abierto en el terreno junto a la calzada, con el fin de recibir y canalizar las aguas de lluvia. En el presente ante proyecto se verificarán las cunetas a colocarse sobre el lado de la calzada que coincide con la cuenca de aporte, si estas se revisten de hormigón armado se fundamentan sobre un lecho de asiento previamente preparado; en los lados opuestos de estos tramos se realizaran cunetas mínimas recubiertas de vegetación.

Para el dimensionado de las cunetas se utilizó el programa Hcanales. Debiendo adoptarse para este dimensionado los siguientes datos: Caudal ( $Q$ ), ancho ( $b$ ), talud ( $Z$ ), rugosidad ( $n$ ) y pendiente ( $s$ ). Según se muestra en la Figura V-35.

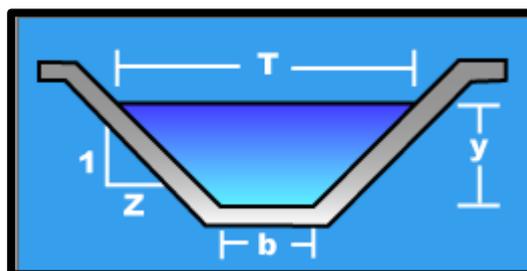


Figura V-35 Dimensiones de la sección y tirante normal. Fuente: Programa HCANALES

Los resultados arrojados por el programa son, entre otros, el tirante normal ( $y$ ) y la velocidad del flujo, estos deben verificarse. El tirante normal nos da la altura constructiva de nuestra sección adoptada, y la velocidad no debe superar las máximas admisibles establecidas en las Tablas V-35 y V-36.

| MATERIAL                            | vn.e. (m/s) |
|-------------------------------------|-------------|
| Canales arenosos                    | 0.30        |
| Arcilla arenosa                     | 0.40        |
| Materiales aglomerados consistentes | 2.00        |
| Muro de piedra                      | 2.50        |
| Canales en roca compacta            | 4.00        |
| Canales de concreto                 | 4.50        |

Tabla V-36 Velocidad de flujo permisible para escurrimiento sin erosión. Fuente: Manual de Hidráulica de J. de Azeyedo Netto y G.A. Alvarez

Para las cunetas de hormigón armado se adoptó una sección rectangular por mayor facilidad al realizarla in situ del tipo que se muestra en la Figura V-36:

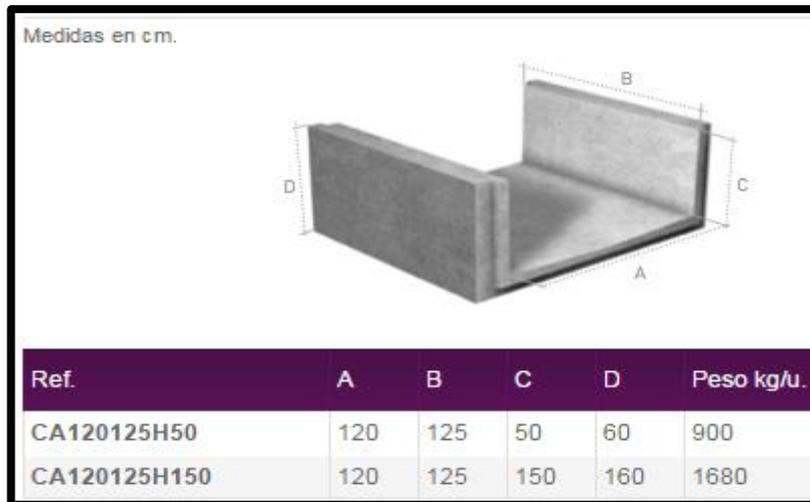


Figura V-36 Dimensiones de una sección rectangular prefabricada. Fuente: GLS Prefabricados

Los espesores normales de construcción de las cunetas son de 15 cm.

Adoptamos entonces los siguientes datos de entrada:

- Ancho de solera (b) = 1,20 m
- Talud (Z) = 0 (Por ser rectangular)
- Rugosidad (n) = 0,012 (Por ser Hormigón)
- Caudal (Q) = Variable.
- Pendiente (s) = Variable.

En nuestro proyecto la pendiente de la cuneta acompaña la pendiente del camino de ser posible, si esta es muy baja se adopta una pendiente mínima de 0,1%.

Para resolver la variabilidad de estos dos datos de entrada dimensionaremos 4 tramos de cunetas con pendientes y caudales adoptados a criterio, en función de las curvas de nivel. A partir de los tirantes y velocidades obtenidos se dimensionará la cuneta.

Los cuatro tramos que resolveremos son:

- Tramo 1: Coincide con la subcuenca 1. Tendrá como caudal de diseño el total del aporte de la subcuenca 1 (4,13 m<sup>3</sup>/s). Pendiente promedio: 0,3%.
- Tramo 2: Coincide con las subcuencas 2 y 3. Tendrá como caudal de diseño un cuarto del total del aporte de la subcuenca 2 y el total de la subcuenca 3 (3,77 m<sup>3</sup>/s). Pendiente promedio: 0,5%.
- Tramo 3: Coincide con la subcuenca 4. Tendrá como caudal de diseño la mitad del total del aporte de la subcuenca 4 (2,75 m<sup>3</sup>/s). Se realiza con una pendiente mínima: 0,1%.
- Tramo 4: Coincide con la subcuenca 5. Tendrá como caudal de diseño un cuarto del total del aporte de la subcuenca 5 (3,65 m<sup>3</sup>/s). Se realiza con una pendiente mínima: 0,1%.

El programa se utilizó en cada uno de los tramos anteriores, en las Figuras V-37, V-38, V-39 y V-40 pueden observarse los valores arrojados por el mismo.

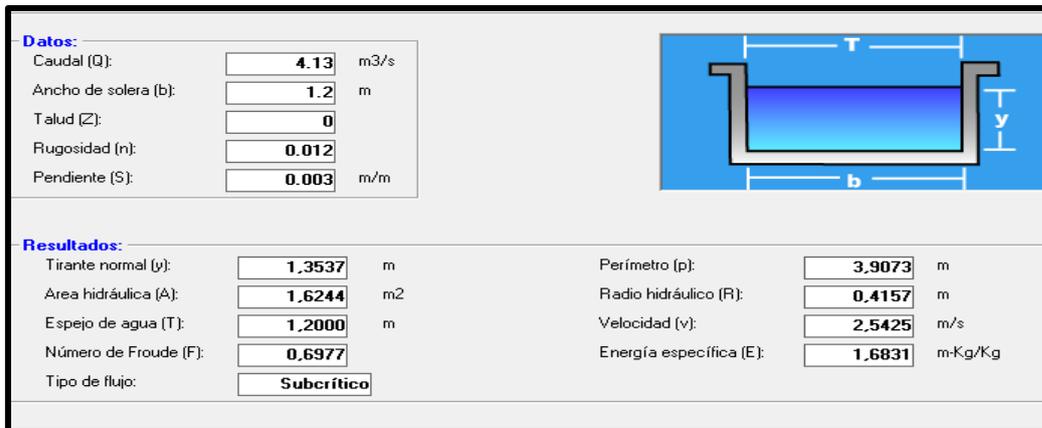


Figura V-37 Dimensionado cuneta tramo 1. Fuente: HCANALES

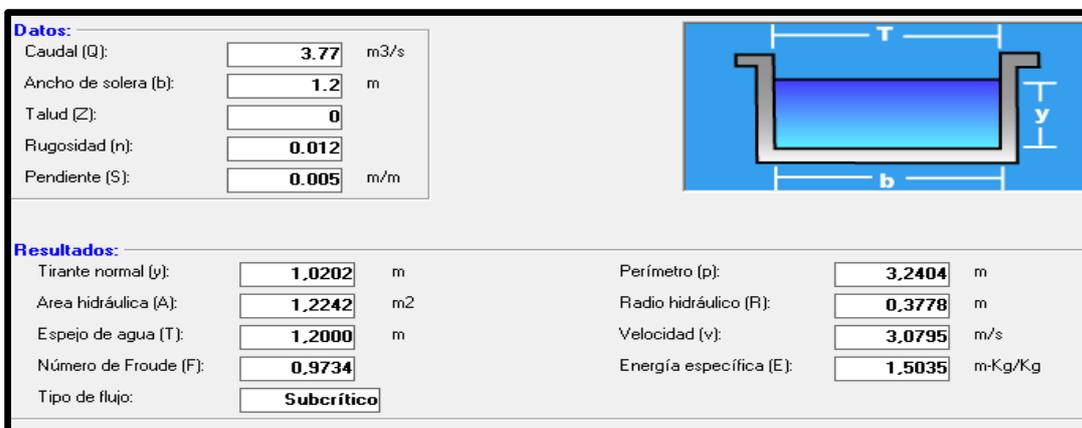


Figura V-38 Dimensionado cuneta tramo 2. Fuente: HCANALES

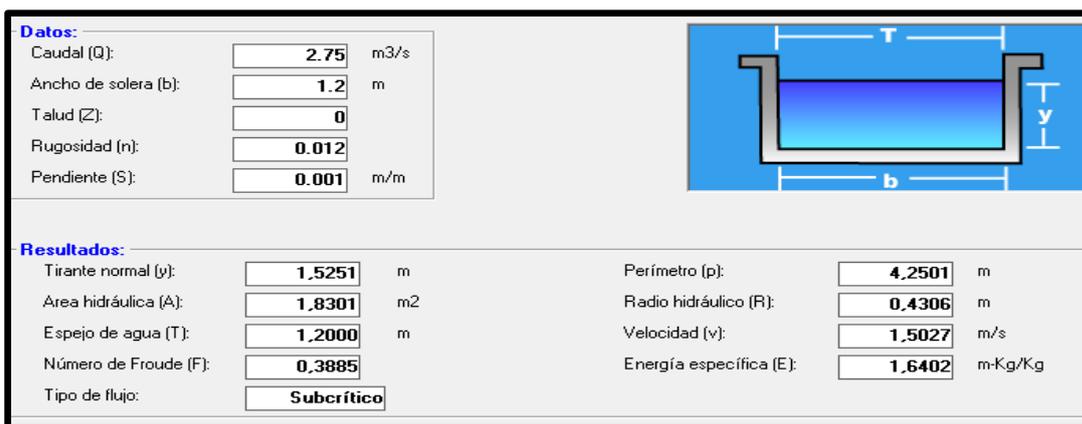


Figura V-39 Dimensionado cuneta tramo 3. Fuente: HCANALES

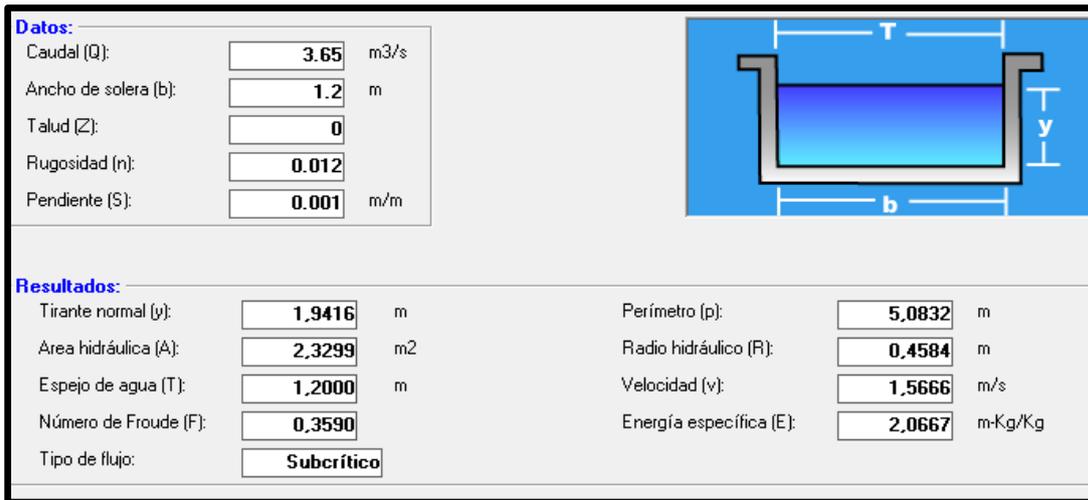


Figura V-40 Dimensionado cuneta tramo 4. Fuente: HCANALES

Dados los resultados obtenidos se dimensionan los primeros dos tramos con un espesor de 15cm, un ancho de 1,2 m y un alto de 1,35 m. Y se modifica la propuesta de los tramos 3 y 4 que tienen bajas velocidades. Ambos serán recubiertos con vegetación, el coeficiente de maning se obtiene de la Tabla V-37 y la velocidad admisible se muestra en la Tabla V-35. Estos tramos además se re-dimensionan, las secciones serán trapezoidales de paredes a 45°, y ancho de base de 1,20m.

|  | Coefficiente de Manning  |
|--|--------------------------|
| <b>Cunetas y canales sin revestir</b>  |                          |
| En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa  | 0,020-0,025              |
| En tierra ordinaria, superficie irregular  | 0,025-0,035              |
| En tierra con ligera vegetación  | 0,035-0,045              |
| En tierra con vegetación espesa  | 0,040-0,050              |
| En tierra excavada mecánicamente   | 0,028-0,033              |
| En roca, superficie uniforme y lisa  | 0,030-0,035              |
| En roca, superficie con aristas e irregularidades  | 0,035-0,045              |
| <b>Cunetas y Canales revestidos</b>  |                          |
| Hormigón   | 0,013-0,017              |
| Hormigón revestido con gunita  | 0,016-0,022              |
| Encachado  | 0,020-0,030              |
| Paredes de hormigón, fondo de grava  | 0,017-0,020              |
| Paredes encachadas, fondo de grava   | 0,023-0,033              |
| Revestimiento bituminoso   | 0,013-0,016              |
| <b>Corrientes Naturales</b>  |                          |
| Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lamina de agua suficiente                     | 0,027-0,033              |
| Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lamina de agua suficiente, algo de vegetación | 0,033-0,040              |
| Limpias, meandros, embalses y remolinos de poca importancia                                      | 0,035-0,050              |
| Lentas, con embalses profundos y canales ramificados   | 0,060-0,080              |
| Lentas, con embalses profundos y canales ramificados, vegetación densa                           | 0,100-0,200 <sup>1</sup> |
| Rugosas, corrientes en terreno rocoso de montaña   | 0,050-0,080              |
| Áreas de inundación adyacentes al canal ordinario  | 0,030-0,200 <sup>1</sup> |

Tabla V-37 Coeficiente de manning para canales. Fuente: M. Woodward and C. J. Posey "Hydraulics of steady flow in open channels".

Se adopta un coeficiente de manning de 0,040. En las Figuras V-41 y V-42 se muestran los resultados arrojados por el programa:

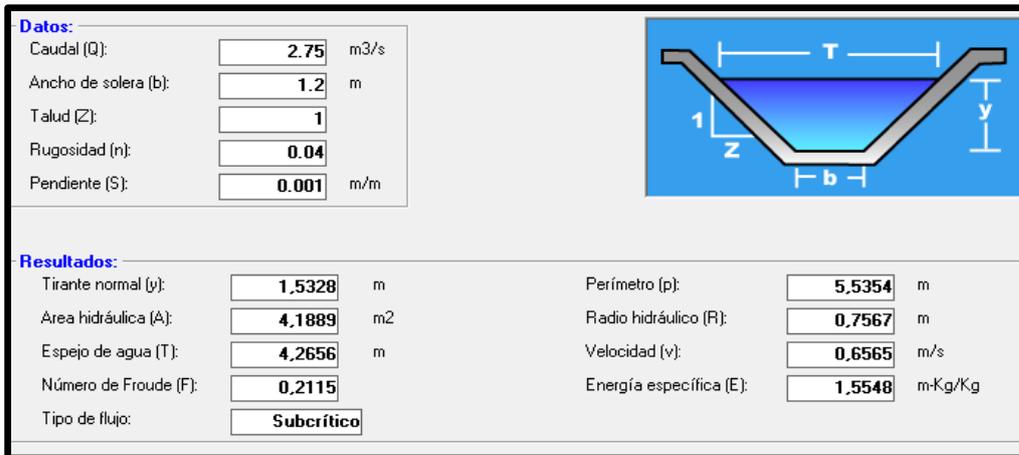


Figura V-41 Re-dimensionado cuneta tramo 3. Fuente: HCANALES

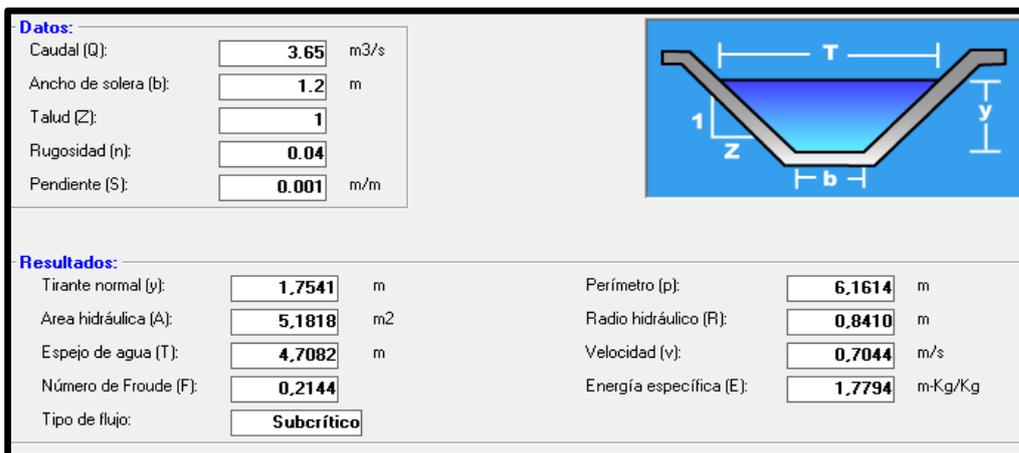


Figura V-42 Re-dimensionado cuneta tramo 4. Fuente: HCANALES

En todos los casos se verifica que la velocidad del flujo es menor que la admisible por erosión. La altura de las cunetas 3 y 4 es de 1,75m.

A continuación se muestra un resumen de la geometría y materiales de las cunetas, así como también las verificaciones en cuanto a la velocidad admisible que se calcularon.

| Tramo | Material           | Espesor | Talud | Ancho solera | Tirante norm. | Altura | Velocidad | Vel. Adm. |
|-------|--------------------|---------|-------|--------------|---------------|--------|-----------|-----------|
| 1     | Hormigón           | 0,15m   | 0     | 1,20m        | 1,35m         | 1,35m  | 2,54m/s   | 4,5m/s    |
| 2     | Hormigón           | 0,15m   | 0     | 1,20m        | 1,05m         | 1,35m  | 3,01m/s   | 4,5m/s    |
| 3     | Suelo c/vegetación | -----   | 1     | 1,20m        | 1,53m         | 1,75m  | 0,66m/s   | 0,7m/s    |
| 4     | Suelo c/vegetación | -----   | 1     | 1,20m        | 1,75m         | 1,75m  | 0,70m/s   | 0,7m/s    |

Tabla V-38 Cuadro de resumen de cunetas

## V.14. Cómputo y presupuesto

El presupuesto que se realizará para este anteproyecto será aproximado y se determinará a partir del cómputo métrico. Para realizarlo es necesario dividir el anteproyecto en rubros, y estos a su vez en ítems, para luego obtener la cantidad a realizar de cada ítem y obtener el costo neto de cada ítem. Los precios unitarios de estos ítems son de agosto 2015 y se obtuvieron de diferentes fuentes como publicaciones técnicas de revistas (Arq-Clarín, Vivienda, C.A.P.E.R.) y presupuestos elaborados por empresas que trabajan en estos rubros.

### V.14.1. Computo métrico

A continuación se detallará el criterio usado para el cómputo de los ítems de obra más importantes.

- Trabajos preliminares: Son los mínimos necesarios para una obra vial.
- Expropiación de terrenos: Se adoptó el criterio de la DNV que para zonas suburbanas es necesaria una zona de camino de 100m. El precio adoptado fue consultado en inmobiliarias de la zona.
- Movimiento de suelos: Es el correspondiente a las excavaciones y terraplenes necesarios para alcanzar la altura de la rasante de la vía, calculado en V.11. A esto se le agregó los volúmenes a excavar para la realización de las cunetas dimensionadas en V.13.3.
- Paquete estructural: Para las dimensiones de este se tuvieron en cuenta las capas y espesores correspondientes al cálculo realizado en V.10.6. para el cálculo del área a cubrir se tomó el ancho del paquete de 10,80m es decir la suma de los carriles y banquetas.
- Alambrado: Se calcularon alambrados a ambos lados del terreno expropiado, los mismos tienen 5 alambres galvanizados para evitar el paso de animales desde los campos hacia la calzada.
- Obras hidráulicas: Las mismas incluyen las cunetas que deben revestirse de hormigón y las alcantarillas de caños de hormigón. Todas verificadas en V.13.
- Obras de iluminación: La cantidad de postes con luminarias a colocar se obtuvo a partir de la longitud de la vía y la distancia entre luminarias calculada en V.12.2
- Señalización: Se tuvieron en cuenta las señalizaciones horizontales pintadas sobre la calzada así como las horizontales colocadas al lado según se especifica en el inciso V.12.3

### V.14.2. Presupuesto

Considerando todos los incisos anteriores, se incluye a continuación la Tabla V - 39 donde se tienen los cálculos para cada ítem y sus respectivos precios unitarios, así como también la incidencia en el precio total.

Lo que arroja finalmente un presupuesto total de \$ 60.081.528,95.

| Nº                 | Ítem Descripción                         | U.M.   | Cantidad | Precio unitario | Precio                    | % INC. |
|--------------------|--|--------|----------|-----------------|---------------------------|--------|
| 1.                 | Trabajos Preliminares                    |        |          |                 | Subtotal \$ 122.764,64    | 0,31%  |
| 1.1.               | Casilla Habitable                        | m2     | 12,00    | \$ 7.424,97     | \$ 89.099,64              |        |
| 1.2.               | Vallado y Cartel de Obra                 | gl     | 1,00     | \$ 7.384,00     | \$ 7.384,00               |        |
| 1.3.               | Almacenes y depósitos                    | gl     | 1,00     | \$ 26.281,00    | \$ 26.281,00              |        |
| 2.                 | Expropiación de terrenos                 |        |          |                 | Subtotal \$ 2.827.005,00  | 7,06%  |
| 2.1                | Terreno expropiado                       | ha     | 41,15    | \$ 68.700,00    | \$ 2.827.005,00           |        |
| 3.                 | Movimiento de suelos                     |        |          |                 | Subtotal \$ 8.999.291,20  | 22,47% |
| 3.1.               | Limpieza del terreno                     | m2     | 48168,00 | \$ 2,10         | \$ 101.152,80             |        |
| 3.2.               | Excavación o desmonte                    | m3     | 41703,01 | \$ 100,00       | \$ 4.170.301,00           |        |
| 3.3.               | Relleno o terraplén                      | m3     | 36367,98 | \$ 130,00       | \$ 4.727.837,40           |        |
| 4.                 | Paquete estructural                      |        |          |                 | Subtotal \$ 22.258.914,48 | 55,57% |
| 4.1.               | Sub base                                 | m2     | 48168,00 | \$ 44,08        | \$ 2.123.245,44           |        |
| 4.2.               | Losa                                     | m2     | 48168,00 | \$ 418,03       | \$ 20.135.669,04          |        |
| 5.                 | Obras urbanismo                          |        |          |                 | Subtotal \$ 499.653,43    | 1,25%  |
| 5.1                | Alambrado                                | ml     | 8920,00  | \$ 56,01        | \$ 499.653,43             |        |
| 6.                 | Obras hidráulicas                        |        |          |                 | Subtotal \$ 4.052.546,25  | 10,12% |
| 6.1.1.             | Alcantarillas diámetro 1000mm            | ml     | 51,60    | \$ 2.030,00     | \$ 104.748,00             |        |
| 6.1.2.             | Alcantarillas diámetro 1600mm            | ml     | 103,20   | \$ 3.291,40     | \$ 339.672,48             |        |
| 6.2.               | Cunetas                                  | m3     | 1747,62  | \$ 2.064,59     | \$ 3.608.125,77           |        |
| 7.                 | Obras de iluminación                     |        |          |                 | Subtotal \$ 1.219.333,33  | 3,04%  |
| 7.1.               | Poste de luz de 11m de largo             | unidad | 155,00   | \$ 6.000,00     | \$ 930.000,00             |        |
| 7.2.               | Artefacto para luminaria y lámpara       | unidad | 155,00   | \$ 600,00       | \$ 93.000,00              |        |
| 7.3.               | Mano de obra para alineación y montaje   | unidad | 155,00   | \$ 666,67       | \$ 103.333,33             |        |
| 7.4.               | Base de Hormigón c/mano de obra          | unidad | 155,00   | \$ 400,00       | \$ 62.000,00              |        |
| 7.5.               | Instalación eléctrica c/mano de obra     | unidad | 155,00   | \$ 200,00       | \$ 31.000,00              |        |
| 8.                 | Señalización                             |        |          |                 | Subtotal \$ 74.844,30     | 0,19%  |
| 8.1.               | Señalización vertical                    | unidad | 1,00     | \$ 1.611,57     | \$ 1.611,57               |        |
| 8.2.               | Línea de demarcación de borde y carriles | m2     | 1507,00  | \$ 48,60        | \$ 73.232,73              |        |
| <b>Costo Neto:</b> |  |        |          |                 | <b>\$ 40.054.352,63</b>   |        |
| <b>Factor K:</b>   |  |        |          |                 | <b>1,50</b>               |        |
| <b>\$</b>          |  |        |          |                 | <b>60.081.528,95</b>      |        |

**Tabla V-39 Presupuesto: Anteproyecto vial - FECHA: Noviembre 2015 - 1 U\$S = \$ 9,640**

PROYECTO FINAL

# CAPÍTULO VI:

Anteproyecto N° 2:  
Centro Cívico y SUM en Pueblo Belgrano

ALUMNOS:

- Cergneux, Emmanuel Facundo.
- Fellay, Andrea Soledad.
- Ipperi, Enzo Paolo.

## VI. ANTEPROYECTO N°2: Centro Cívico y SUM en Pueblo Belgrano

En el terreno correspondiente a la manzana N° 30, mostrado en las Figuras VI-1 y VI-2, se planteó construir un Centro Cívico y un SUM, a través del cual conseguir, a medio y largo plazo, lo siguiente:

- 1.- Prestación de servicios públicos municipales dirigidos a la mejora de las condiciones sociales y culturales de los ciudadanos.
- 2.- Desarrollo de actividades que cubran las necesidades en los ámbitos de comunicación, información, ocio y recreación.
- 3.- Prestación de infraestructura y recursos necesarios para poder realizar actividades de grupos y entidades.
- 4.- Proporcionar instrumentos para facilitar la socialización a través del desarrollo comunitario y de la participación.



Figura VI-1 Ubicación de la Manzana N° 30 en Pueblo General Belgrano



Figura VI-2 Pueblo General Belgrano, Manzana N° 30, ubicación del Anteproyecto

El predio está emplazado frente a la Plaza General Belgrano, sobre calle Carlos Guarnuchio, y a la Cooperativa de Agua Potable, por calle Héctor Ipperi; quedando delimitado por las calles 30 de Noviembre y Entre Ríos; Carlos Guarnuchio y Héctor Ipperi. Una pequeña porción del terreno está ocupada, actualmente, por la comisaría y el centro de salud. Mientras que la faja ubicada entre éstos fue “cedida de palabra” por el Municipio a la Asociación de Bomberos Voluntarios de Pueblo Belgrano para la futura construcción de un cuartel. En el

presente proyecto no se contempla la construcción del cuartel de bomberos, solo se deja libre en la Manzana N° 30 el espacio correspondiente al terreno donado por el municipio, aconsejando la inversión en unidad de traslado totalmente equipada la cual se compartirá con la Sala Sanitaria proyectada.

Como el centro de salud se reubicará dentro del proyecto, al extraer el área ocupada por la comisaría y el espacio cedido a bomberos se genera una superficie disponible de 5670 m<sup>2</sup> como puede apreciarse en la Figura VI-3.

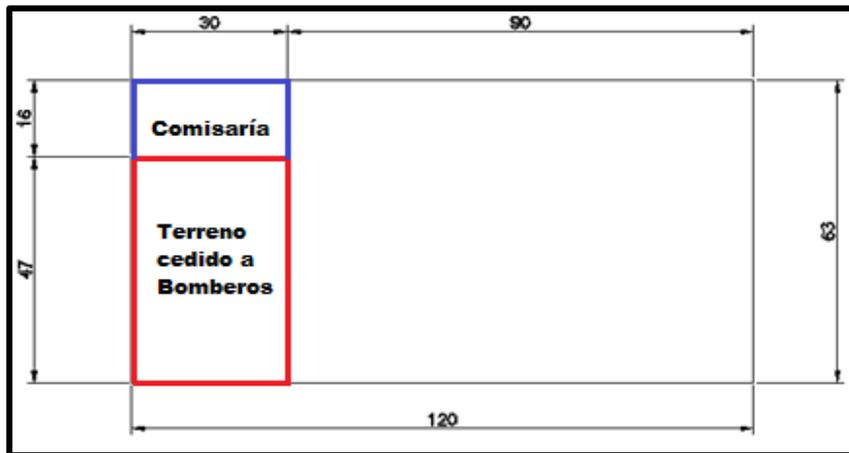


Figura VI-3 Dimensiones en metros de la Manzana N° 30

Dada la complejidad del anteproyecto planteado y por cuestiones de tiempo, se le dará una mayor importancia y desarrollo a algunas áreas, mientras que se explicitarán otras con menor profundidad.

## VI.1 Memoria Descriptiva

En este inciso realizaremos una descripción de los aspectos generales del anteproyecto.

### VI.1.1 Accesibilidad y estado actual del terreno

Respecto a la accesibilidad al terreno en estudio, el mismo se encuentra delimitado por las calles 30 de Noviembre y Entre Ríos; Carlos Guarnuchio y Héctor Ipperi.

Dentro del predio actualmente existe los edificios correspondientes a la Comisaría 5<sup>ta</sup> y al Centro de salud “Dr. Carlos Artusi”. Dada las reducidas dimensiones del centro de salud se propone la demolición de la estructura y su reubicación en el Centro Cívico, mientras que el edificio de la Comisaría 5<sup>ta</sup> no será modificado ni reestablecido.

### VI.1.2 Programa de Necesidades

El complejo se sectorizó en tres áreas principales, las mismas son un área administrativa, área sanitaria y área cultural-recreativa. Estas fueron proyectadas para la población prevista al año 2035 de la ciudad, la cual alcanzará aproximadamente los 3200 habitantes, según TABLA II-7. Cabe destacar que los turistas que puedan llegar a concurrir al

predio fueron tenidos en cuenta, debido a la fuerte vinculación existente con la vecina localidad de Gualeguaychú y en lo que respecta a las ofertas turísticas como playas y centros termales.

Con los datos antes mencionados, se realizó un plan de necesidades para cada una de las zonas de centro recreacional y cultural.

#### **VI.1.2.1 Plan de necesidades: Área Administrativa**

Se proyecta su ubicación en un área de 400 m<sup>2</sup> para el edificio, no se contemplara estacionamiento para automóviles, motos y bicicletas por tratarse de una manzana y ante la disponibilidad de estacionamiento en las calles que la rodean.

Se prevé la ubicación de:

- Intendencia.
- Secretaria de intendencia.
- Oficina de atención al contribuyente.
- Oficina de acción social.
- Oficina de catastro.
- Oficina de obras y servicios públicos.
- Finanzas.
- Dirección de tránsito.
- Juzgado de faltas.
- Secretaria del Consejo Deliberante.
- Sala de reuniones (Consejo Deliberante y demás).
- Sala de copiado.
- Área de mantenimiento (depósitos, ordenanzas, etc.).
- Kitchenette (anafe, pileta de cocina, heladera).
- Sala de archivos.
- Sanitarios para el personal y público en general.
- Puesto bancario para cajero y trámites municipales.

En la Tabla VI-1 se muestran las superficies correspondientes a cada local.

| ÁREAS         |                     | ACTIVIDAD   | CANTIDAD | M2 c/u | M2 parcial | M2 total   |  |
|---------------|---------------------|---|----------|--------|------------|------------|--|
| CENTRO CIVICO | ÁREA ADMINISTRATIVA | Intendencia   | 1        | 9      | 9          |            |  |
|               |                     | Secretaría de Intendencia   | 1        | 9      | 9          |            |  |
|               |                     | Oficina de atención al contribuyente  | 1        | 12     | 12         |            |  |
|               |                     | Finanzas  | 1        | 12     | 12         |            |  |
|               |                     | Oficina de Acción Social  | 1        | 12     | 12         |            |  |
|               |                     | Oficina de Catastro y Obras Privadas  | 1        | 16     | 16         |            |  |
|               |                     | Oficina de Obras y Servicios Públicos   | 1        | 12     | 12         |            |  |
|               |                     | Kitchenette   | 1        | 4      | 4          |            |  |
|               |                     | Dirección de Tránsito   | 1        | 12     | 12         |            |  |
|               |                     | Juzgado de faltas   | 1        | 12     | 12         |            |  |
|               |                     | Consejo Deliberante con secretaría  | 1        | 50     | 50         |            |  |
|               |                     | Área de mantenimiento   | 1        | 30     | 30         |            |  |
|               |                     | Hall de acceso  | 1        | 36     | 36         |            |  |
|               | TOTAL PARCIAL       |   |          |        |            | <b>226</b> |  |
|               | CIRCULACIONES       | Circulaciones (20% de la superficie del área que sirve)                       |          |        |            | <b>57</b>  |  |
|               | ÁREAS ESPECIALES    | Espera  | 1        | 25     | 25         |            |  |
|               |                     | Puesto bancario para cajero y trámites municipales (con acceso independiente) | 1        | 9      | 9          |            |  |
|               |                     | Sanitarios públicos   |          |        |            |            |  |
|               |                     | Sanitarios Mujeres (3 inodoros, 2 lavamanos)                                  | 1        | 12     | 12         |            |  |
|               |                     | Sanitarios Varones (1 inodoros, 3 mingitorios, 2 lavamanos)                   | 1        | 12     | 12         |            |  |
| TOTAL PARCIAL |                     |   |          |        | <b>58</b>  |            |  |
| <b>TOTAL</b>  |                     |   |          |        | <b>341</b> |            |  |

**Tabla VI-1 Superficies necesarias para el Centro Civico.**

### VI.1.2.2 Plan de necesidades: Área Sanitaria

Un Centro de Salud es el primer contacto que tienen las personas con el sistema de salud público y donde se efectúan las primeras acciones de asistencia sanitaria. Es decir, es el nivel básico e inicial de atención, en el cual se realizan actividades de prevención, promoción y educación de la salud, como así también de diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Y sus servicios están adaptados a las necesidades de la comunidad.

Teniendo en cuenta lo antes citado fue proyectado un Centro de Salud con la finalidad de mejorar la accesibilidad a los servicios de salud y asegurar la calidad en la atención de la población de Pueblo Belgrano. El mismo contará con las siguientes dependencias:

- Sala de espera.
- Recepción.
- Secretaria-Oficina administrativa-Farmacia.
- 4 Consultorios (clínico, odontológico, nutricional y psicológico).
- Enfermería-Sala de vacunación.
- Oficina de promoción social de la salud.
- Sanitarios.
- Kitchenette.

Las dimensiones de los locales se pueden observar en la Tabla VI-2

| ÁREAS           |                     | ACTIVIDAD   | CANTIDAD | M2 c/u | M2 parcial | M2 total |            |
|-----------------|---------------------|---|----------|--------|------------|----------|------------|
| CENTRO DE SALUD | ACTIVIDAD SANITARIA | Sala de espera  | 1        | 20     | 20         |          |            |
|                 |                     | Recepción-Secretaría-Oficina administrativa-Farmacia        | 1        | 20     | 20         |          |            |
|                 |                     | Consultorio   | 4        | 6      | 24         |          |            |
|                 |                     | Oficina de difusión-prevención sanitaria                    | 1        | 12     | 12         |          |            |
|                 |                     | Enfermería  | 1        | 6      | 6          |          |            |
|                 |                     | <b>TOTAL PARCIAL</b>  |          |        |            |          | <b>82</b>  |
|                 | ÁREAS ESPECIALES    | Kitchenette   | 1        | 4      | 4          |          |            |
|                 |                     | Sanitarios personal   |          |        |            |          |            |
|                 |                     | Sanitarios públicos   |          |        |            |          |            |
|                 |                     | Sanitarios Mujeres (6 inodoros, 6 lavamanos)                | 1        | 6      | 6          |          |            |
|                 |                     | Sanitarios Varones (4 inodoros, 2 mingitorios, 6 lavamanos) | 1        | 6      | 6          |          |            |
|                 |                     | <b>TOTAL PARCIAL</b>  |          |        |            |          | <b>16</b>  |
|                 | CIRCULACIONES       | Circulaciones (20% de superficie que sirve)                 | 1        |        |            |          | <b>20</b>  |
|                 | <b>TOTAL</b>        |   |          |        |            |          | <b>118</b> |

**Tabla VI-2 Superficie de locales centro de salud.**

### VI.1.2.3 Plan de necesidades Área Cultural-Recreativa

- **Área Cultural**

Con el objetivo de equipar a la localidad con un espacio donde desarrollar actividades culturales, presentar proyectos y asistir a funciones audiovisuales, se proyectó la construcción de un edificio que concentre todas las características necesarias para satisfacer estas necesidades.

El local más destacado del edificio es el salón de usos múltiples. El mismo tendrá las dimensiones necesarias para la ubicación de una cancha de básquet. Las gradas se realizarán con butacas removibles para flexibilizar el uso del mismo. De esta forma se podrán llevar a cabo una variedad de actividades desde encuentros deportivos hasta exposiciones, proyección de películas, realización de obras de teatros, jornadas musicales, además de destinarse a otras actividades públicas como audiciones municipales, actos de fin de cursada de las instituciones educativas.

Para mejorar el desarrollo cultural de la ciudad se planteó fomentar la práctica de artes plásticas, música, idiomas, etc. Para esto, se proponen talleres para todas las edades y que complementen las actividades realizadas en las instituciones educativas de Pueblo Belgrano.

Estudiando la capacidad escolar por año y contemplando el aumento poblacional proyectado, se fijaron la capacidad de los talleres para unas 30 personas. Para la práctica cotidiana de las actividades antes mencionadas se proyectó la construcción de cuatro aulas.

Se previó una zona de administración dentro del edificio, destinada a la atención al público concurrente, al control del personal y organización y planificación de actividades. Y también se equipó con un bar y gimnasio para el uso del público en general.

• **Área de recreación al aire libre**

Los espacios públicos imprimen a la ciudad valores identificatorios y juegan un papel central en las condiciones de vida de la población y en la calidad ambiental de la ciudad. Puesto que brindan oportunidades de esparcimiento a la población y a que las masas verdes en el área urbana (incluyendo parques, plazas y arbolado de las calles) contribuyen a la calidad ambiental por su aporte al paisaje, a la calidad del aire y por su efecto de esparcimiento sobre los ruidos. Además de que las áreas de suelo no pavimentado, permeable, contribuyen en alguna medida a reducir el incremento del escurrimiento superficial.

Para dotar a Pueblo Belgrano de un espacio de recreación para la población se proyectó la construcción de un área recreativa que contará con:

- Zona de juegos para niños: se contará con un área con instalaciones de recreación para niños como ser toboganes, subibajas, hamacas, entre otras.
- Zona de ejercicios: se instalarán máquinas para el desarrollo de ejercicios físicos al aire libre.

En la TABLA VI-3 se observan las superficies destinada a cada actividad.

| ÁREAS                     | ACTIVIDAD                             | CANTIDAD  | M2 c/u | M2 parcial | M2 total |             |
|---------------------------|---------------------------------------|---|--------|------------|----------|-------------|
| ÁREA CULTURAL- RECREATIVA | Aulas taller                          | 4   | 50     | 200        |          |             |
|                           | Depósito de elementos de talleres     | 1   | 50     | 50         |          |             |
|                           | S.U.M Salón de Usos Múltiples         | 1   | 800    | 800        |          |             |
|                           | Vestuarios y sanitarios               | 2   | 24     | 48         |          |             |
|                           | Depósito del SUM                      | 1   | 40     | 40         |          |             |
|                           | Biblioteca                            | 1   | 150    | 150        |          |             |
|                           | Gimnasio                              | 1   | 150    | 150        |          |             |
|                           | Sanitarios Gimnasio                   | 2   | 6      | 24         |          |             |
|                           | <b>TOTAL PARCIAL</b>                  |   |        |            |          | <b>1462</b> |
|                           | ACTIVIDADES RECREATIVAS AL AIRE LIBRE | Zona de ejercicios  | 1      | 225        | 225      |             |
|                           |                                       | Zona de juegos de niños                                     | 1      | 150        | 150      |             |
|                           |                                       | Plaza seca  | 1      | 200        | 200      |             |
|                           |                                       | Sanitarios Mujeres (6 inodoros, 6 lavamanos)                | 1      | 20         | 20       |             |
|                           |                                       | Sanitarios Varones (4 inodoros, 2 mingitorios, 6 lavamanos) | 1      | 20         | 20       |             |
|                           |                                       | <b>TOTAL PARCIAL</b>  |        |            |          |             |
|                           | <b>TOTAL</b>                          |   |        |            |          | <b>2077</b> |

**Tabla VI-3 Superficie de locales área cultural-recreativa.**

### VI.1.3 Diseño Arquitectónico

La toma de partido se realizó pretendiendo obtener un mejor aprovechamiento del terreno en función de sus dimensiones y orientación.

En los PLANOS VI-1, VI-2, VI-3 y VI-4 se puede ver la implantación del predio, la planta baja del anteproyecto (Área administrativa-sanitaria, biblioteca-aulas-taller y SUM), la planta alta y la planta de techos correspondiente. Por otra parte en los PLANOS VI-5 y VI-6 se observan los diferentes cortes. Y por último se pueden ver imágenes de un modelo tridimensional del anteproyecto propuesto.

### VI.1.4 Materialidad

A continuación se realizará una descripción de cada una de las partes de los edificios componentes de este anteproyecto. Lo relacionado con el SUM será detallado en el Proyecto Ejecutivo.

#### VI.1.4.1 Estructuras

En este apartado se realizará una estimación de las dimensiones de los elementos que hacen a la estructura resistente. Pudiéndose destacar dos tipos distintos de estructuras en el predio.

El bloque que reúne municipio-sala sanitaria-aulas-biblioteca se ejecutará mediante un conjunto de vigas de hormigón armado que apoyaran en columnas y éstas a zapatas de fundación del mismo material. El espacio semicubierto que vincula el bloque administrativo-sanitario se resolverá con estructura metálica, y por último el SUM será ejecutado mediante estereoestructura pero como ya se dijo estará en detalle en el Proyecto Ejecutivo.

#### VI.1.4.1.1 Vigas para cubierta

Las vigas de cubierta deben resistir las acciones del viento en succión además del peso propio y la sobrecarga.

- **Análisis y combinación de cargas**

- Peso propio estimado para la cubierta (chapa, aislante, perfiles, cielorraso, etc.):  
 $q_D=0,34 \text{ KN/m}^2$ .
- Sobrecarga de uso para cubierta inaccesible:  $q_L=1 \text{ KN/m}^2$ .
- Carga de viento mínima por succión:  $q_w=0,5 \text{ KN/m}^2$ .

Fueron tenidas en cuenta dos combinaciones de cargas.

- Combinación de carga sin viento:

$$q_U = 1,2 * q_D + 1,6 * q_L = 1,2 * \frac{0,34 \text{ KN}}{\text{m}^2} + 1,6 * \frac{1 \text{ KN}}{\text{m}^2} = 2 \text{ KN/m}^2$$

## PLANO VI-1 IMPLANTACIÓN DEL PREDIO

**PLANO VI-2 PLANTA BAJA DEL ANTEPROYECTO**

**PLANO VI-3 PLANTA ALTA ANTEPROYECTO**

**PLANO VI-4 PLANO DE CORTE A-A**

**PLANO VI-5 PLANO DE CORTE B-B**

**PLANO VI-6 PLANO DE CORTE C-C**

**PLANO VI-7 PLANO DE CORTE D-D**

**PLANO VI-8 VISTA N° 1**

**PLANO VI-9 VISTA N°2**

**PLANO VI-9 VISTA N°3**

## PLANO VI-11 IMÁGENES 3D

- Combinación de carga con viento:

$$q_U = 0,9 * q_D + 1,6 * q_L = 0,9 * \frac{0,34\text{KN}}{\text{m}^2} - 1,6 * \frac{0,5 \text{ KN}}{\text{m}^2} = - 0,5\text{KN/m}^2$$

Para poder considerar una carga lineal sobre la viga, concentramos las cargas halladas anteriormente en fajas de incidencia de 5m (longitud de separación de las vigas), lo que nos arroja:

$$q_U = \frac{2\text{KN}}{\text{m}^2} * 5\text{m} = \frac{10\text{KN}}{\text{m}}$$

$$q_U = -0,5 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} * 5\text{m} = -2,5 \text{ KN/m}$$

- **Predimensionado**

Según el Reglamento CIRSOC 201 en el diseño de la sección transversal de una viga solicitada a flexión se debe cumplir  $\phi M_n \geq M_u$ ; con  $\phi=0,90$  por ser flexión.

Nos valemos del procedimiento descrito en dicho Reglamento, adoptando un ancho b coincidente con el ancho de las paredes, 20 cm.

De las tablas de flexión y empleando el criterio inicial “se obtienen soluciones óptimas para vigas de edificios comunes, cuando  $0,010 \leq \epsilon_s \leq 0,020$ ” con H25 y  $\epsilon_s=0,10\%$   $K_d=0,516$ .

Con la mayor combinación de cargas calculada previamente se establece el momento  $M_u$ :

$$M_u = 0,7 * \frac{q_U * l^2}{8} = 0,7 * \frac{\frac{10\text{KN}}{\text{m}} * (5\text{m})^2}{8} = 31,25\text{KNm}$$

$$M_u = \frac{31,25\text{KNm} * 1000}{1000000} = 0,03125\text{MNm}$$

Por lo tanto el momento nominal  $M_n$  será:

$$M_n = \frac{0,03125\text{MNm}}{0,9} = 0,0347\text{MNm}$$

La altura de la viga d, resulta de:

$$d = K_d * \sqrt{\frac{M_n}{b}} = 0,516 * \sqrt{\frac{0,0347\text{MNm}}{0,20\text{m}}} = 0,215 \text{ m}$$

Adoptamos un  $d= 0,25 \text{ m}$ .

### VI.1.4.1.2 Vigas para entrepiso

Las vigas de entrepiso deben resistir las cargas gravitatorias del peso propio y de sobrecargas de uso.

- **Análisis y combinación de cargas**

Nuevamente se considera una faja de incidencia de 5 metros. La Tabla VI-4 se presenta el análisis de las cargas de peso propio.

| Elemento  | Espesor<br>m | Altura<br>m | Faja de incidencia<br>m | Peso<br>KN/m <sup>2</sup> | Peso<br>KN/m <sup>3</sup> | Carga generada<br>KN/m |
|---|--------------|-------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|
| Cubierta  |              |             | 5                       | 0,34                      |                           | 1,7                    |
| Vigas de cubierta                                     | 0,2          | 0,25        |                         |                           | 25                        | 1,25                   |
| Mampostería de ladrillos huecos cerámicos con revoque | 0,2          | 3           |                         |                           | 12                        | 7,2                    |
| Piso de Porcelanato                                   |              |             | 5                       | 0,2                       |                           | 1                      |
| Losas ahuecadas pretensadas                           |              |             | 5                       | 2,1                       |                           | 10,5                   |
| <b>Total de cargas</b>                                |              |             |                         |                           |                           | <b>21,65</b>           |

**Tabla VI-4 Análisis de Pesos propios para vigas de entrepiso. Fuente: CIRSOC 101**

Se considera una sobrecarga máxima en la zona de almacenamiento de libros de la biblioteca de 7 KN/m<sup>2</sup> por lo que para la incidencia de 5 metros tenemos 35 KN/m.

Aplicando la combinación de cargas

$$q_U = 1,2 * q_D + 1,6 * q_L = 1,2 * 21,65 \text{ KN/M} + 1,6 * 35 \text{ KN/m} = 82 \text{ KN/m}$$

- **Predimensionado**

Se repite el procedimiento ya empleado en las vigas de cubierta. Adoptando un ancho b coincidente con el ancho de las paredes, 20 cm.

De las tablas de flexión con H25 y  $\epsilon_s=0,085\%$   $K_d=0,49$ .

Con la mayor combinación de cargas calculada previamente se establece el momento Mu:

$$M_u = 0,7 * \frac{q_U * l^2}{8} = 0,7 * \frac{\frac{82 \text{ KN}}{\text{m}} * (5 \text{ m})^2}{8} = 179,38 \text{ KNm}$$

$$M_u = \frac{179,38 \text{ KNm} * 1000}{1000000} = 0,18 \text{ MNm}$$

Por lo tanto el momento nominal Mn será:

$$M_n = \frac{0,18 \text{ MNm}}{0,9} = 0,20 \text{ MNm}$$

La altura de la viga d, resulta de:

$$d = K_d * \sqrt{\frac{Mn}{b}} = 0,49 * \sqrt{\frac{0,20MNm}{0,20m}} = 0,49 \text{ m}$$

Adoptamos un  $d=0,50 \text{ m}$ .

### VI.1.4.1.3 Columnas en planta baja

Las columnas de planta baja fueron dimensionadas considerándolas cargadas en ambos lados por las cargas y las sobrecargas que soportan vigas previamente calculadas más el peso propio de las mismas. Se calcularon las columnas centrales por recibir una mayor carga que las laterales.

- **Análisis y combinación de cargas**

Las cargas descritas anteriormente son:

- Peso propio de las vigas que apoyan en la columna:

$$Pp_{\text{vigas}} = 2 * (0,20m * 0,50m) * \frac{24KN}{m^3} = 4,8KN/m$$

- Sobrecarga de uso depósito de biblioteca:  $q_L = 2 * \frac{35KN}{m} = 70KN/m$
- Carga soportadas por la viga:  $q_{\text{vigas}} = 2 * \frac{21,65KN}{m} = 43,3KN/m$

Aplicando la combinación de cargas para hallar el esfuerzo normal último:

$$P_U = 1,2 * q_D * \frac{l}{2} + 1,6 * q_L * \frac{l}{2}$$

$$P_U = 1,2 * \left( \frac{43,3KN}{m} + \frac{4,8KN}{m} \right) * \frac{5m}{2} + 1,6 * \frac{70KN}{m} * \frac{5m}{2} = 424,3KN$$

Adicionamos un 1% de por el peso de la columna superior se tiene:

$P_U: 429KN$

- **Predimensionado**

El Reglamento CIRSOC 201-2005, determina que resistencia de diseño a carga axial para elementos no pretensados armados con estribos cerrados está dada por la expresión:

$$P_U = \phi * P_n = 0,80 * \phi * A_{g_{\min}} [0,85 * f'_c * (1 - \rho) + f_y * \rho]$$

Como ya se estableció los materiales a emplear serán: Hormigón H25 y acero ADN 420; los que poseen los siguientes valores de resistencia:

- $f'_c=25 \text{ Mpa}=2,5 \text{ KN}/\text{cm}^2$
- $f_y=420 \text{ Mpa}=42 \text{ KN}/\text{cm}^2$

Los valores restantes necesarios para la expresión anterior:

- $P_U=429 \text{ KN}$
- $\phi=0,65$  (Para columnas con estribos).
- $\rho=0,01$

Reemplazando en la expresión y despejando el área necesaria

$$A_{g_{min}} = \frac{429}{0,8 * 0,65 * [0,85 * 2,5 * (1 - 0,01) + 42 * 0,01]} = 326,9 \text{ cm}^2$$

Por lo que se adoptaron columnas cuadradas de 20 cm de lado.

#### VI.1.4.1.4 Estructura para semicubierta

Para la ejecución del semicubierta planteado se utilizarán placas de policarbonato de 10 mm de espesor apoyadas sobre tubos de sección cuadrada de 80x80 que descansan sobre una estructura principal conformada por un perfil IPN 200 y dos perfiles ‘C’ de 160 apoyados en cuatro columnas de tubos circulares de diámetro igual a 127 mm.

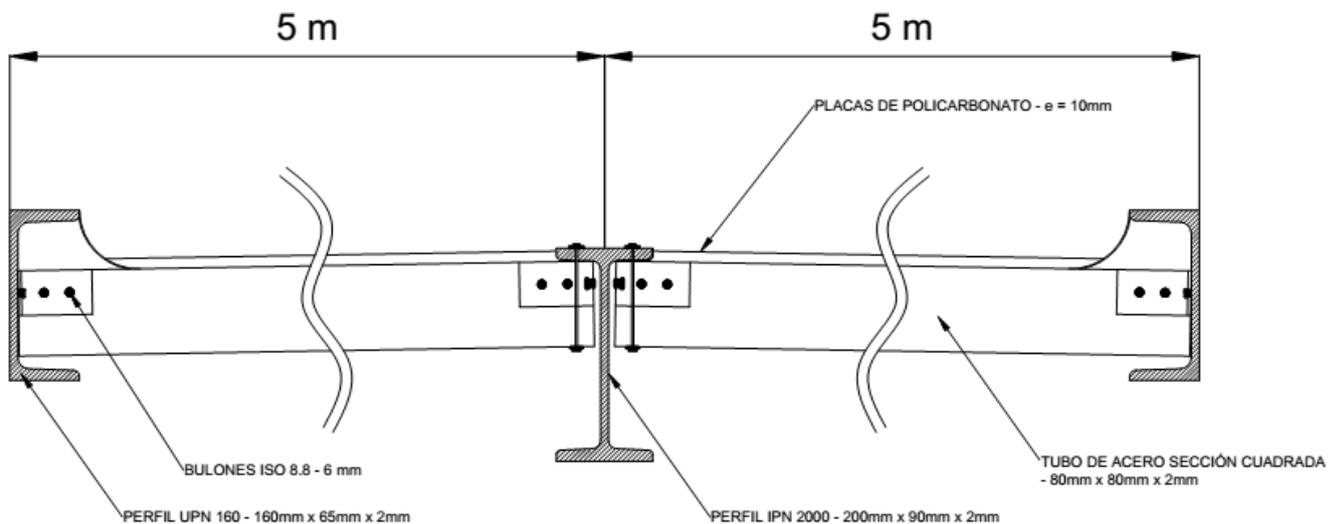


Figura VI-4 Corte esquemático de semicubierta

- **Análisis de carga**

Para el análisis de viento se adopta el valor mínimo para una cubierta aislada establecido por el Reglamento CIRSOC 102 de 0,5 KN/m<sup>2</sup>.

Los valores de pesos propios y sobrecargas fueron extraídos del Reglamento CIRSOC 101 y del Manual de “TABLAS Perfiles laminados y Tubos estructurales” perteneciente a CIRSOC. De este último también se tomaron los parámetros geométricos requeridos para el predimensionado.

Consideramos una sobrecarga mínima para cubiertas inaccesibles de 0,58 KN/m<sup>2</sup>.

El peso propio del policarbonato ALVEOLAR translúcido de 10mm de espesor es de 2,04 Kg/m<sup>2</sup>. Por otra parte los tubos en los que apoya el policarbonato, se encuentran separados 1m y tienen un espesor de 2mm, poseen un peso de 4,82 Kg/m<sup>2</sup>.

Estos últimos entraran en los perfiles “C” y en el perfil IPN tal como se muestra en la Figura VI-4 y van unidos mediante soldadura y chapas abulonadas. Las alas inferiores van a la

misma altura por lo que en el centro es 40mm más alto que en los bordes, determinando que el drenaje de la cubierta se realice hacia los laterales de la misma donde se encuentran las canaletas que transportarán el agua hacia las columnas donde desagua por el centro de las mismas.

- **Predimensionado**

Fue utilizado para los cálculos correspondientes el Reglamento CIRSOC 301-2005.

Para el predimensionado de esta estructura solo se verificó a flexión, corroborando si los momentos de diseño son superiores a los momentos requeridos ( $M_d \geq M_q$ ). Además por tratarse de perfiles normalizados laminados en caliente no se realizaron reducciones del momento de diseño  $M_d$  por pandeos locales del ala o alma ni por pandeo lateral-torsional.

Las cargas que actúan sobre los diferentes elementos se consideraron distribuidas.

- Tubo 80x80

$$M_q = \frac{q_u * l^2}{8}$$

$$q_D = 0,02 \text{ KN/m}^2 + 0,05 \text{ KN/m}^2 = 0,07 \text{ KN/m}^2$$

$$q_L = 0,58 \text{ KN/m}^2$$

Según combinación de cargas:

- Combinación de carga sin viento:

$$q_U = 1,2 * q_D + 1,6 * q_L = 1,2 * \frac{0,07 \text{ KN}}{\text{m}^2} + 1,6 * \frac{0,58 \text{ KN}}{\text{m}^2} = 1 \text{ KN/m}^2$$

El Momento requerido será:

$$M_q = \frac{1 \text{ KN/m} * (5\text{m})^2}{8} = 3,13 \text{ KNm}$$

El Momento de diseño viene dado por  $M_d = \phi * M_P$  con  $M_P = Z_x * F_y$ .

En este caso:

- $Z_x = 17850 \text{ mm}^3$
- $F_{y(\text{Tubo})} = 220 \text{ MPa}$
- $\phi = 0,85$

$$M_P = Z_x * F_y = 17850 \text{ mm}^3 * 220 \text{ MPa} = 3,93 \text{ KNm}$$

$$M_d = \phi * M_P = 0,85 * 3,93 \text{ KNm} = 3,34 \text{ KNm}$$

Se debe verificar entonces que  $M_d > M_q$  y  $3,34 \text{ KNm} > 3,13 \text{ KNm}$  por lo tanto verifica.

- Perfil UPN 160

Tiene un peso propio de  $0,188 \text{ KN/m}^2$  y recibe el peso de  $2,5\text{m}$  de los tubos de  $80 \times 80$ .

$$q_D = 0,188 \text{ KN/m}^2 + 0,07 \text{ KN/m}^2 * 2,5\text{m} = 0,363 \text{ KN/m}^2$$

$$q_L = 0,58 \text{ KN/m}^2 * 2,5\text{m} = 1,45 \text{ KN/m}^2$$

Según combinación de cargas:

- Combinación de carga sin viento:

$$q_U = 1,2 * q_D + 1,6 * q_L = 1,2 * \frac{0.363\text{KN}}{\text{m}^2} + 1,6 * \frac{1.45 \text{ KN}}{\text{m}^2} = 2.76\text{KN}/\text{m}^2$$

El Momento requerido será:

$$M_q = \frac{2.76 \text{ KN}/\text{m} * (8\text{m})^2}{8} = 22.10\text{KNm}$$

Nuevamente el Momento de diseño viene dado por  $M_d = \phi * M_P$  con  $M_P = Z_x * F_y$ .

En este caso:

- $Z_x = 138000\text{mm}^3$
- $F_{y(\text{Tubo})} = 235\text{MPa}$
- $\phi = 0,90$

$$M_P = Z_x * F_y = 138000\text{mm}^3 * 235\text{MPa} = 32.43 \text{ KNm}$$

$$M_d = \phi * M_P = 0.90 * 32.43\text{KNm} = 29.19 \text{ KNm}$$

Se debe verificar entonces que  $M_d > M_q$  y  $29.19\text{KNm} > 22.10 \text{ KNm}$  por lo tanto verifica.

- Perfil IPN 200

Posee un peso propio de  $0,262 \text{ KN}/\text{m}^2$  y recibe el peso de 5m de los tubos de 80x80.

$$q_D = 0,262 \text{ KN}/\text{m}^2 + 0,07\text{KN}/\text{m}^2 * 5\text{m} = 0,612\text{KN}/\text{m}^2$$

$$q_L = 0,58\text{KN}/\text{m}^2 * 5\text{m} = 2.9\text{KN}/\text{m}^2$$

Según combinación de cargas:

- Combinación de carga sin viento:

$$q_U = 1,2 * q_D + 1,6 * q_L = 1,2 * \frac{0.612\text{KN}}{\text{m}^2} + 1,6 * \frac{2.9 \text{ KN}}{\text{m}^2} = 5.37\text{KN}/\text{m}^2$$

El Momento requerido será:

$$M_q = \frac{5.37 \text{ KN}/\text{m} * (8\text{m})^2}{8} = 43 \text{ KNm}$$

El Momento de diseño viene dado por  $M_d = \phi * M_P$  con  $M_P = Z_x * F_y$ .

En este caso:

- $Z_x = 250000\text{mm}^3$
- $F_{y(\text{Tubo})} = 235\text{MPa}$
- $\phi = 0,90$

$$M_P = Z_x * F_y = 250000\text{mm}^3 * 235\text{MPa} = 58.75\text{KNm}$$

$$M_d = \phi * M_P = 0.90 * 58.75\text{KNm} = 52.88 \text{ KNm}$$

Se debe verificar entonces que  $M_d > M_q$  y  $52.88\text{KNm} > 43 \text{ KNm}$  por lo tanto verifica.

Los tubos de 80x80 estarán desfasados de los pórticos 50cm a cada lado.

Los pórticos centrales estarán compuestos por columnas de tubos circulares y una viga de sección armada con dos perfiles UPN 220, que recibe las cargas de los IPN 200 del centro.

Estas vigas tienen una carga concentrada en el centro por lo que deberá considerarse el uso de rigidizadores de alma para evitar la abolladura de la misma, los cuales no fueron verificados por quedar fuera del alcance de un predimensionado.

- Columna: Tubo  $\phi=127\text{mm}$  y  $e=2,5\text{mm}$ .

Se verificó que  $R_d > R_q$

Primeramente se realizó un análisis de  $R_q$ :

- ✓ Peso propio transmitido por la viga armada:  $2 * 0,295\text{KN/m}^2 * 5\text{m} = 2,95\text{KN/m}$
- ✓ Peso propio transmitido por IPN 200:  $(1/2) * 0,605\text{KN/m}^2 * 8\text{m} = 2,42\text{KN/m}$
- ✓ Peso propio que transmite UPN 160:  $0,36\text{KN/m}^2 * 8\text{m} = 2,88\text{KN/m}$

Peso propio total:

$$q_D = 2,95\text{KN/m} + 2,42\text{KN/m} = 5,37\text{KN/m}$$

- ✓ Sobrecarga que transmite IPN 200:  $(1/2) * 2,9\text{KN/m}^2 * 8\text{m} = 11,6\text{KN/m}$
- ✓ Sobrecarga que transmite UPN 160:  $1,45\text{KN/m}^2 * 8\text{m} = 11,6\text{KN/m}$

Sobrecarga total:

$$q_L = 11,6\text{KN/m} * 2\text{m} = 23,2\text{KN/m}$$

Según combinación de cargas:

- Combinación de carga sin viento:

$$q_U = 1,2 * q_D + 1,6 * q_L = 1,2 * \frac{5,37\text{KN}}{\text{m}} + 1,6 * \frac{23,2\text{KN}}{\text{m}} = 43,6\text{KN/m}$$

Es decir que  $R_q = 43,6\text{KN}$

Una vez obtenido este valor se realizó un análisis a fin de determinar  $R_d$ .

La columna presenta las siguientes características:

- $R_x = R_y = 44\text{mm}$
- $A_g = 978\text{mm}^2$
- La misma fue considerada totalmente empotrada en el piso como en su extremo, de esta manera  $K=1$  mientras  $l=5\text{m}$

$$K * l = 1 * 5\text{m} = 5\text{m}$$

$$\lambda_c = \frac{K * l}{R * \pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

$$\lambda_c = \frac{5000\text{mm}}{44\text{mm}} * \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{200\text{Mpa}}{200000\text{Mpa}}} = 1,14 < 1,50$$

Entonces:

$$F_R = 0,658^{\lambda_c^2} * F_y$$

$$F_R = 0,658^{1,14^2} * 200\text{Mpa} = 116\text{MPa}$$

$$R_d = \phi * A_g * F_R$$

$$R_d = 0,85 * 978 \text{ mm}^2 * 116 \text{ MPa} = 96.43\text{KN} > R_q = 47 \text{ KN}$$

Verifica.

#### **VI.1.4.2 Cimentaciones**

Las cimentaciones se materializaran mediante zapatas aisladas de hormigón H25, unidas a través de las correspondientes vigas de fundación o tensores cuando corresponda, según cálculos. Las excavaciones para las mismas se ejecutaran hasta alcanzarse una profundidad que asegure una tensión admisible del terreno mayor o igual a 1,5 kg/ cm<sup>2</sup>. Se hará una capa inferior de hormigón de limpieza H8.

#### **VI.1.4.3 Fachadas**

La fachada está compuesta de mampostería de ladrillo hueco de 18x18x33cm con aberturas de doble vidriado hermético con estructura de aluminio.

#### **VI.1.4.4 Muros interiores**

Los muros interiores son de mampostería de ladrillo hueco de 18x18x33cm. En el caso de la división de oficinas del municipio, consultorios de la sala sanitaria, sala de reuniones y prevención, aulas entre sí; se prevé la realización mediante paredes de Durlock de 12cm de espesor. Mientras que en baños las divisiones entre diferentes unidades se hará con paredes Durlock de 9 cm.

#### **VI.1.4.5 Cubierta**

La cubierta es en su totalidad de chapa ondulada galvanizada BWG N°25 con aislación de lana de vidrio apoyadas sobre una estructura secundaria de perfiles UPN-100, que descansan en la estructura principal compuesta de vigas de hormigón armado como se aprecia en la Figura VI-5.

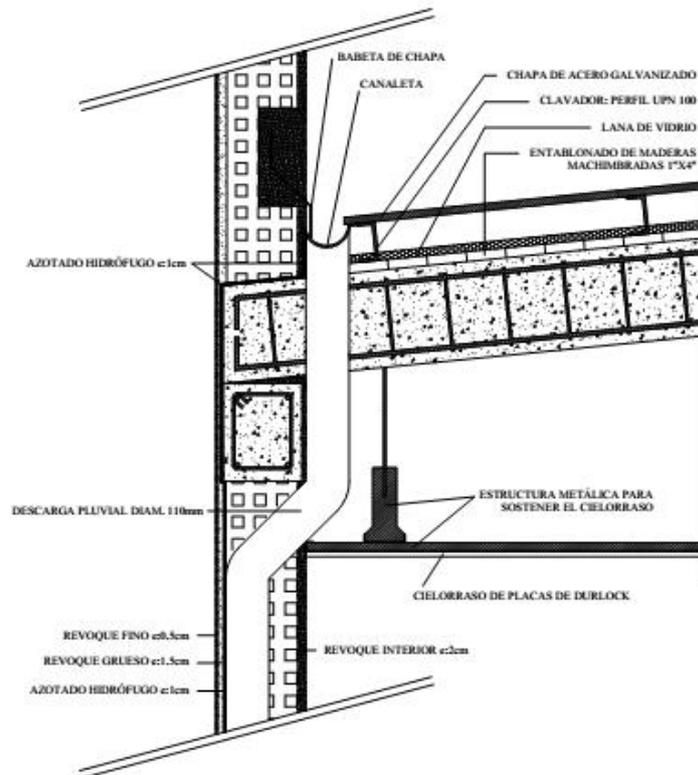


Figura VI-5 Encuentro de cubierta con muro exterior y desagüe pluvial

#### VI.1.4.6 Cielorraso

El cielorraso será termoacústico bidireccional de superficie continua sin juntas a la vista. Está compuesto por una estructura de perfiles F-47 suspendidos, colocados en dos sentidos y fijados al techo mediante anclajes directos, cuelgues o suspendidos regulables; relacionados a las paredes a través de perfiles U 25x20 y banda acústica. Sobre esta estructura se atornillan una o dos capas de placas de yeso de 12.5 mm.

Este tipo de cielorrasos es ideal para ambientes ruidosos, y cerrados, puesto que mejoran la calidad del aire interior y el confort acústico.

El tratamiento de juntas invisible con masilla.

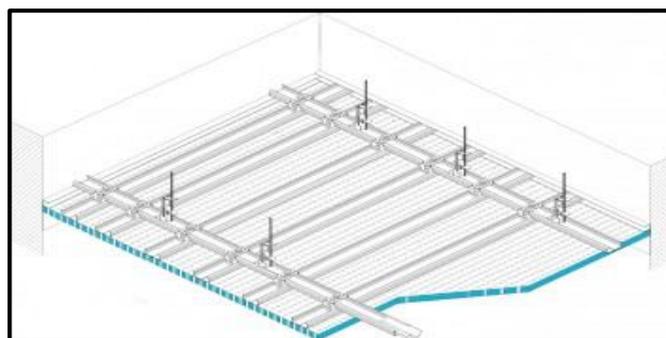


Figura VI-6 Esquema de cielorraso de yeso termoacústico bidireccional. Fuente: [www.knauf.com.ar](http://www.knauf.com.ar)

#### **VI.1.4.7 Aberturas**

Las aberturas empleadas son de aluminio ya que brindan buena hermeticidad, presentan gran variedad de diseños, no requieren mantenimiento entre otras cualidades.

En el interior se emplean puertas placas, mientras que las puertas de acceso a los diferentes son de vidrio de doble paño.

Se colocará una puerta corredera metálica tipo telescópica que impida el acceso a la zona del centro de salud cuando la biblioteca este abierta y este no, al igual que en la división del municipio y el bar.

En la planta superior del centro cívico será utilizado el sistema de puerta y media.

Las ventanas en su totalidad son de vidrio corredoras con marcos de aluminio.

#### **VI.1.4.8 Solados**

Los pisos exteriores: ingreso, semicubierto, veredas perimetrales, plaza seca serán ejecutados con losetas rústicas de alta resistencia al uso y la intemperie. Los pisos interiores serán de porcelanato ya que proveen resistencia, practicidad en el mantenimiento y estética, e impermeabilidad. Se dispondrán con estilos y colores para adecuar a las diferentes áreas que componen el presente anteproyecto. Todos los pisos serán antideslizantes, se colocarán los zócalos y se ejecutarán según lo especificado por el fabricante.

#### **VI.1.4.9 Revestimiento**

En todas las paredes se realizará el revoque fino y grueso; y en aquellas que cumplan función de cerramiento exterior se agrega el azotado hidrófugo para impermeabilizar. En los baños se colocarán cerámicas hasta una altura de 2,20m y en kitchenette, cocina del bar las cerámicas se colocaran hasta la altura del cielorraso.

#### **VI.1.4.10 Instalación eléctrica**

El suministro eléctrico para cada institución se hace de manera independiente así como también para la iluminación general y tomacorrientes de servicio, por lo que tendremos 7 tableros: municipio, bar, sala sanitaria, SUM, biblioteca, aulas e iluminación general y tomacorrientes de servicio.

La instalación se realiza empotrada en los muros y los conductores se protegen con caños rígidos de P.V.C. La dimensión de los conductores de cobre deriva del cálculo correspondiente. Se busca el trazado más adecuado siguiendo siempre líneas verticales, horizontales o paralelas a las aristas de las paredes. Todos los aparatos de maniobra tales como interruptores y pulsadores son de marcas reconocidas. Se instala una puesta a tierra mediante jabalina y deben preverse también elementos de protección tales como disyuntores y llaves termomagnéticas.

#### **VI.1.4.11 Instalación de agua fría**

Se proyectaron 2 tanques de reserva, uno para el SUM y otro para el bloque de instituciones restante. El llenado se hace por gravedad, sin necesidad de algún sistema de bombeo.

La distribución se realiza mediante caños de PPCR aptos para termofusión, todos de ½” de diámetro. En el punto de vinculación de la instalación con la red de distribución se encuentra una válvula tipo exclusiva para interrumpir el suministro de los edificios. Además, en la salida del tanque de reserva, en cada baño, kitchenette o cocina correspondiente existe una llave de paso para poder realizar cualquier tipo de reparación o remplazo de accesorios.

#### **VI.1.4.12 Instalaciones cloacales y pluviales**

Las instalaciones cloacales se conectan a la red de urbana y se materializan mediante caños de PVC con pendiente mínima, además de colocarse cámaras de inspección a las distancias recomendadas en el reglamento de OSN, quedando éstas en los patios. Para las instalaciones pluviales se proyecta la recolección de agua mediante canaletas a media caña y piletas de patio convenientemente colocadas en la terraza.

#### **VI.1.4.13 Sistema de aire acondicionado**

El sistema de aire acondicionado a utilizar es el Splits baja silueta slim, el cual permite varias salidas de aire a través de una red de conductos, tiene un nivel sonoro imperceptible, aletas hidrofílicas tipo BlueFin y hasta puede utilizar una toma de aire exterior para su funcionamiento. Este aire acondicionado silencioso puede ser instalado en ambientes pequeños dado que su altura no supera los 30 centímetros. Será instalado entre el techo y el cielorraso. El aire acondicionado de baja silueta ofrece climatización central, sin ocupar mucho espacio en la habitación. Algunas de las marcas comerciales que ofrecen este tipo de producto son BGH, Surrey, Daikin, Trane y Westric.

#### **VI.1.4.14 Sistema contra incendios**

Se dispondrán sensores ópticos de humo conectados a un sistema de alarma, además de la colocación de extintores de polvo seco en los locales y lugares de circulación.

#### **VI.1.4.15 Ascensor**

Se colocaran ascensores hidráulicos con pistón lateral e impulsión diferencial (o tracción indirecta 2:1, por cada centímetro que mueve el pistón, la cabina se mueve 2 centímetros) las dimensiones mínimas para el hueco de estos ascensores es de 1,60mx1,60m y tienen medidas interiores de 1,10m de frente por 1,30m de largo, las puertas son de 0,80m.

Empresas que lo venden en Argentina son por ejemplo: Ascensores Simonelli S.A., Company S.R.L., TTolomec Grinovero S.R.L.

#### VI.1.4.16 Entrepisos

Los entrepisos serán de 20cm totales de espesor, cuya estructura se ejecutará por el sistema de losas pretensadas SHAP 60 de 16cm.

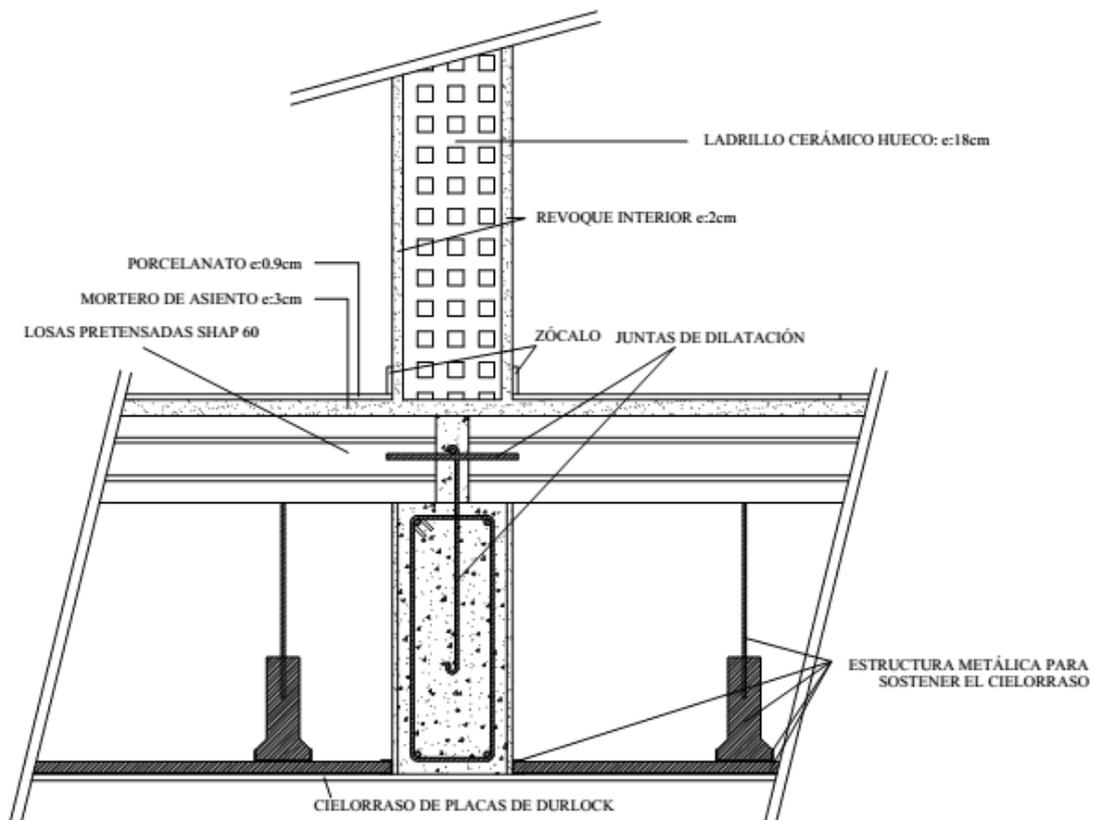


Figura VI-7 Esquema de entresuelo y encuentro con pared interior

#### VI.1.5 Presupuesto

A nivel de anteproyecto se presupuestó mediante la metodología de comparación o analogía, que brinda una aproximación del precio final de la obra cuyo grado de exactitud depende básicamente de las similitudes que se tengan con el modelo adoptado, tomando como unidad de comparación el metro cuadrado de superficie total o cubierta. El método se vuelve más preciso en cuanto se tenga mayor experiencia en obras de características similares, y mayor cantidad de obras, ya que el criterio para ponderar el grado de similitud entre estas es esencialmente empírico.

En nuestro caso se tomó como referencia publicaciones de revistas específicas del rubro de la construcción (Vivienda, Arq. de Clarín), proyectos ejecutados previamente y obras hechas en la provincia de Entre Ríos.

En la Tabla VI-5 se muestran los sectores y superficies de nuestro proyecto así como también los modelos y costos por unidad de superficie adoptados. A estos costos se los multiplica por un factor k de 1,45 que tiene en cuenta gastos generales (12%), beneficio (10%), gasto financiero (2%) e IVA (21%).

| SECTOR                         | SUPERFICIE (m2) | COSTO (\$/m2)      | MODELO  | TOTAL                   |
|--------------------------------|-----------------|--------------------|---|-------------------------|
| 1-Oficinas y centro de salud   | 870,00          | \$ 7.656,51        | MODELO 8 - EDIFICIOS DE OFICINAS - R. ARQ CLARÍN              | \$ 6.661.166,56         |
| 2-Aulas, talleres y biblioteca | 795,00          | \$ 5.102,40        | AMPLIACIÓN ESCUELA N° 25 LAS MOSCAS - ENTRE RÍOS              | \$ 4.056.406,35         |
| 3-Bar                          | 238,75          | \$ 6.604,67        | MODELO 2 - VIVIENDA COUNTRY - R. ARQ CLARÍN                   | \$ 1.576.864,06         |
| 4-Semicubierto                 | 568,00          | \$ 703,87          | CI 536 - TINGLADOS S/COL. SIN CERRAMIENTOS LAT. - R. VIVIENDA | \$ 399.798,16           |
| 5-Gimnasio                     | 88,75           | \$ 6.318,86        | MODELO 2 - VIVIENDA COUNTRY - R. ARQ CLARÍN                   | \$ 560.798,77           |
| 6-SUM                          | 905,25          | \$ 6.071,00        | MODELO 9 - GALPÓN - R. ARQ CLARÍN                             | \$ 5.495.772,75         |
| 7-Servicios SUM                | 177,50          | \$ 8.533,38        | MODELO 2 - VIVIENDA COUNTRY - R. ARQ CLARÍN                   | \$ 1.514.674,34         |
| <b>COSTO - COSTO =</b>         | <b>3643,25</b>  | <b>\$ 5.562,47</b> |   | <b>\$ 20.265.480,99</b> |
| <b>FACTOR K =</b>              |                 |                    |   | <b>1,543</b>            |
| <b>TOTAL =</b>                 |                 |                    |   | <b>\$ 31.269.637,16</b> |

**Tabla VI-5 Presupuestos de sectores de obra por analogía - Noviembre 2015 - 1 U\$S = \$ 9,640.**

Para una mejor adaptación de los modelos de las revistas Vivienda y Arq. (Clarín) a nuestro proyecto se realizaron modificaciones mediante coeficientes de homogenización, estos reducen o aumentan un porcentaje de los ítems que difieren entre el proyecto y el modelo. Esta metodología es la propuesta por el instituto argentino de tasación. A continuación se detallan las modificaciones realizadas en cada modelo para una mejor adaptación a cada sector de nuestro proyecto, teniendo en cuenta que los modelos propuestos por la revista Arq. de Clarín tiene incluido en su análisis los gastos de obras y beneficios, los cuales englobamos previamente en el coeficiente de resumen (K = 1,543). A continuación se detallan las diferencias que se tuvieron en cuenta con respecto a los modelos adoptados para cada sector:

Sector 1: Se redujo un 50% de excavaciones porque el modelo a diferencia del nuestro cuenta subsuelo.

Sector 2: El presupuesto de comparación original es de \$3.800.000, correspondiente a la obra “AMPLIACIÓN ESCUELA N° 25 LAS MOSCAS - ENTRE RÍOS” ejecutada por la empresa HOSIFA CONSTRUCTORA S.A. de la ciudad de Concepción del Uruguay para una superficie cubierta de 324 m<sup>2</sup>. El factor k es de 1,543 y se aumentó un 7,4% que según la revista vivienda de Agosto 2015 (citando como fuente a CAMARCO) es el aumento del costo de la construcción entre la fecha del presupuesto (diciembre 2014) y Agosto 2015.

Sector 3: Se redujeron en un 50% los siguientes ítems: mampostería, revoques, zócalos, pinturas y carpintería por la ausencia de los mismos en los interiores de la superficie, sólo hay en las zonas de cerramiento. Por otro lado se aumentó un 50% el ítem correspondiente a instalaciones sanitarias por la mayor superficie destinada a los baños.

Sector 4: Se debería reducir un 20% por la diferencia de precio entre las chapas y el policarbonato, por tener menores luces y altura que el modelo pero este porcentaje se compensa de igual manera por no tener en cuenta la mano de obra

Sector 5: No se tuvieron en cuenta las instalaciones de gas por no existir en el proyecto. Se redujo un 70% en mampostería, revoques, zócalos y pinturas porque no hay paredes interiores. Por el mismo motivo se redujo la carpintería, pero sólo en un 20% ya que a diferencia de los ítems anteriores hay muchas ventanas. Los cristales y la instalación sanitaria por ser más abundantes en este sector que en el modelo se aumentan en un 50%.

Sector 6: No se incluyen placas de yeso, cielorrasos, instalaciones sanitarias y de gas por no haber en este sector. Se aumentó un 50% la carpintería, aislaciones, estructura y cubiertas metálicas por ser mayores en este SUM que en el galpón del modelo. De igual forma se aumentó un 100% para el ítem de escaleras.

Sector 7: Se aumentó un 100% las instalaciones sanitarias por la existencia de baños y duchas para varias personas.

El precio de costo de la obra total es de **\$ 20.265.480,99** como se detalla en la tabla VI-5, al que aplicando el factor k, da como precio final **\$ 31.269.637,16**. Dicho valor es orientativo a nivel de anteproyecto y no sirve para presupuestar correctamente una obra de esta magnitud, siendo el método correcto el de **unidad de medida**, que se basa en el cómputo métrico de la obra en su totalidad y el minucioso análisis de precio de cada ítem que conforman los distintos rubros a ejecutar.

PROYECTO FINAL

# CAPÍTULO VII:

Evaluación de anteproyectos.

ALUMNOS:

- Cergneux, Emmanuel Facundo.
- Fellay, Andrea Soledad.
- Ipperi, Enzo Paolo.

## VII. Evaluación de anteproyectos

Con el fin de evaluar las propuestas de anteproyecto realizadas anteriormente es necesario aplicar alguna metodología que analice las alternativas de la manera más objetiva posible. Para ello se optó por aplicar el Método de evaluación por pares en el cual se establecen los elementos o factores de importancia que serán contrastados con cada alternativa y ponderados en función de ello.

A continuación se analizarán los dos anteproyectos planteados por separado desde el punto de vista social, ambiental, técnico y financiero ponderando separadamente cada factor para cada caso en particular para luego efectuar una comparación.

Las propuestas a comparar son:

- A) Anteproyecto 1 - Ejecución de nuevo acceso a Pueblo Belgrano.
- B) Anteproyecto 2 - Ejecución de Centro Cívico y Salón de Usos Múltiples.

### VII.1 Factores de importancia

A continuación se detallará a grandes rasgos cómo repercutirá cada anteproyecto en los distintos factores de importancia.

#### VII.1.1 Factor Social: Población afectada positivamente

Este factor hace referencia a la cantidad de personas que se verán beneficiadas con la ejecución de la obra.

- Anteproyecto 1 - Ejecución de nuevo acceso a Pueblo Belgrano: Esta obra beneficia tanto a la población de Pueblo Belgrano, mejorando la urbanización y agilizando el tránsito en dirección a la ciudad de Gualaguaychú, como también a la misma población de Gualaguaychú ya que se plantea un nuevo acceso hacia el pueblo y al Balneario Ñandubaysal que no necesariamente atraviesa ejido urbano, favoreciendo además al tránsito pesado.
- Anteproyecto 2 - Ejecución de Centro Cívico y Salón de Usos Múltiples: La ejecución de esta obra no sólo beneficia a escuelas y demás instituciones; permitiendo contar con un espacio para el desarrollo de eventos deportivos y culturales, sino también a la administración pública puesto que en la actualidad no se cuenta con un edificio público donde desarrollar las tareas municipales en su totalidad (encontrándose separada en pequeñas oficinas en diferentes sectores). A la vez que también beneficia a la población en general ya que les permitirá contar con un espacio de recreación y tendrán acceso a una oferta mayor de actividades deportivas y culturales.

### **VII.1.2 Factor Ambiental: Efectos negativos sobre el medio ambiente**

Se evaluará solamente el impacto negativo sobre el medio ambiente, como la disminución de la calidad del aire, suelo, agua, aumento de ruidos, migración de animales, etc.

- Anteproyecto 1 - Ejecución de nuevo acceso a Pueblo Belgrano: El impacto sobre el ambiente se producirá tanto en la etapa de ejecución de la obra como en la operativa. En la primera debido principalmente a los movimientos de suelos a ejecutar y la remoción de árboles y arbustos en la zona de camino nuevo a ejecutar sobre loteos particulares. Mientras que en la segunda etapa indirectamente por el aumento en el tránsito lo que conlleva un deterioro proporcional en la calidad del aire, aumento de emisiones de ruidos, etc.
- Anteproyecto 2 - Ejecución de Centro Cívico y Salón de Usos Múltiples: Teniendo en cuenta que la obra se emplazará en un terreno ya loteado, y dentro del tejido urbano, esta obra no presenta mayores efectos negativos sobre la calidad del ambiente, pudiendo mencionar el aumento en niveles sonoros durante el tiempo de ejecución de la obra y durante los eventos que se lleven a cabo en la etapa operativa.

### **VII.1.3 Factor Técnico: Ejecución de las obra**

Este factor pondera la factibilidad de ejecución de la obra por parte del municipio local con o sin intervención de empresas privadas de la zona.

- Tanto para el Anteproyecto 1 - Ejecución de nuevo acceso a Pueblo Belgrano como para el Anteproyecto 2 - Ejecución de Centro Cívico y Salón de Usos Múltiples, se deberá contar con la intervención de alguna empresa proveniente de la ciudad de Gualeguaychú con o sin contratación de mano de obra local ya que el pueblo no posee los medios técnicos ni herramientas especializadas (máquinas viales, grúas, etc.) para llevar a cabo las tareas a ejecutar en ambos casos.

### **VII.1.4 Factor Económico: posibilidad financiera**

Tiene en cuenta la posibilidad o no de costear la ejecución de las obras así como también la conveniencia o no de dicha inversión.

- Anteproyecto 1 - Ejecución de nuevo acceso a Pueblo Belgrano: Es probable que este tipo de obra no sea financiada y gestionada por otro organismo que no sea el propio municipio de Pueblo General Belgrano, con los impedimentos que esto genera.
- Anteproyecto 2 - Ejecución de Centro Cívico y Salón de Usos Múltiples: A diferencia del anteproyecto anterior, en este caso la obra podría llegar a ser financiada por algún organismo de índole nacional o provincial.

## VII.2 Aplicación del método de comparación

La aplicación de este método exige que se comparen los distintos factores de a pares, realizando todas las combinaciones posibles, para lo cual se confeccionó una tabla. El factor analizado es el de cada fila, el cual se compara con los de cada columna. El valor “1” indica la supremacía del factor analizado sobre el otro o la paridad de importancia por parte de los factores analizados. El valor “0” representa una menor importancia del factor de las filas contra el de las columnas. Luego se suman los valores para cada factor y se calcula el porcentaje para luego aplicarlo a cada anteproyecto.

En la Tabla VII-1 puede apreciarse la ponderación de factores. Luego de efectuar la dicha ponderación, se procedió a evaluar cada propuesta valorando desde 1 hasta 5, según cada factor seleccionado, obteniendo la Tabla VII-2.

En la Tabla VII-3 se realizó la evaluación final ponderada, aplicando a cada valor de la Tabla VII-2 el porcentaje resultante de la comparación pareada entre factores. Por último se suman los valores de cada propuesta obteniéndose el puntaje final que el método proporcionó a cada propuesta.

| FACTORES DE PONDERACIÓN |   |   |   |   |                 |
|-------------------------|---|---|---|---|-----------------|
| FACTOR                  | 1 | 2 | 3 | 4 | PONDERACIÓN (%) |
| 1                       | X | 1 | 1 | 1 | 42,86%          |
| 2                       | 0 | X | 1 | 0 | 14,29%          |
| 3                       | 0 | 1 | X | 0 | 14,29%          |
| 4                       | 0 | 1 | 1 | X | 28,57%          |

Tabla VII-1: Análisis de factores de ponderación.

| FACTOR | PROPUESTAS |   |
|--------|------------|---|
|        | 1          | 2 |
| 1      | 4          | 5 |
| 2      | 3          | 4 |
| 3      | 3          | 3 |
| 4      | 2          | 3 |

Tabla VII-2: Análisis de propuestas.

| PUNTAJE FINAL |          |      |      |      |                 |
|---------------|----------|------|------|------|-----------------|
| PROPUESTA     | FACTORES |      |      |      | PONDERACIÓN (%) |
|               | 1        | 2    | 3    | 4    |                 |
| 1             | 1,71     | 0,43 | 0,43 | 0,57 | 3,14            |
| 2             | 2,14     | 0,57 | 0,43 | 0,86 | 4,00            |

Tabla VII-3: Aplicación de factores de ponderación de las propuestas.

Se concluye que la propuesta que posee mayor prioridad es la ejecución del Anteproyecto N°2: Ejecución de Centro Cívico y Salón de Usos Múltiples.

En el próximo capítulo se desarrollará a nivel de proyecto ejecutivo el SUM del Anteproyecto N°2, lo cual se decidió conjuntamente con la cátedra por razones académicas, se incluye la memoria de cálculo, planos y especificaciones técnicas particulares y generales.

PROYECTO FINAL

# CAPÍTULO VIII:

Proyecto Ejecutivo.

ALUMNOS:

- Cergneux, Emmanuel Facundo.
- Fellay, Andrea Soledad.
- Ipperi, Enzo Paolo.

## VIII. Proyecto Ejecutivo: Estructura del SUM

En el presente capítulo se desarrolla a nivel de proyecto ejecutivo la cubierta del SUM. Incluyendo además el cálculo y diseño de la cubierta, las vigas, columnas y cimentaciones que componen la misma.

### VIII.1 Estructura Metálica: Estereoestructura

Se plantea construir una cubierta mediante una estructura que nos permita construir grandes luces sin necesidad de pilares o columnas intermedias.

De los apuntes de la Cátedra Estructuras de la Universidad Nacional de la Plata-Facultad de Arquitectura y Urbanismo:

- **Estereoestructuras**

Las estereoestructuras constituyen una óptima solución para cubrir grandes luces. Estas formas constructivas consisten básicamente en estructuras de barras cuya conexión y disposición permite una adecuada distribución de las solicitaciones provocadas por las cargas exteriores (peso propio, cerramientos, sobrecargas útiles o accidentales, viento, etc.) y las correspondientes reacciones de apoyo.

Las conexiones de las barras se realizan en los nudos.

La forma de la grilla puede adoptar diferentes disposiciones geométricas como por ejemplo plana, bóveda cilíndrica, plegadas o cúpulas de revolución.

- **Generación de una estructura espacial**

Si se entrecruzan dos familias de vigas reticuladas planas que se desarrollan en planos verticales paralelos en cada dirección X e Y (Figura VIII-1); como ambas familias de vigas existen en el mismo plano horizontal, tienen en común ciertos elementos constructivos como por ejemplo, los parantes verticales.

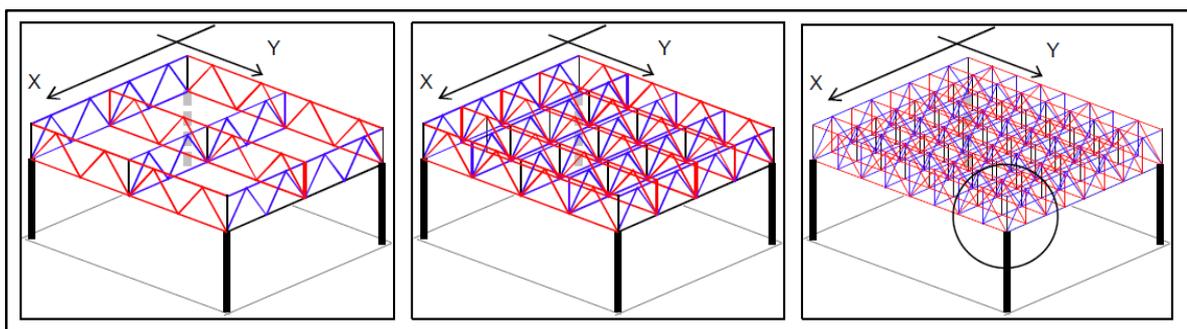


Figura VIII-1 Generación de una estructura espacial. Fuente: Cátedra Estructuras de la Universidad Nacional de la Plata-Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

En la Figura VIII-1, se ven las familias de vigas reticuladas planas independientes, en las direcciones X e Y, en cuyos encuentros se vinculan con barras verticales (parantes).

En la figura VIII-2 se ha sombreado los planos verticales y horizontales para verlos en detalle.

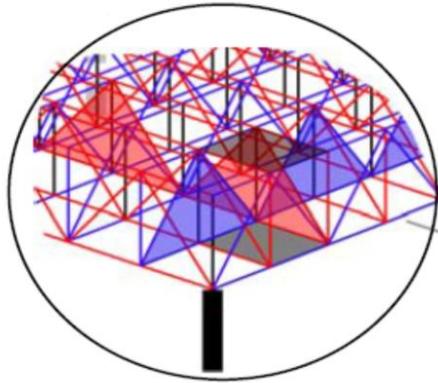


Figura VIII-2: Generación de una estructura espacial. Fuente: Cátedra Estructuras de la Universidad Nacional de la Plata-Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

Existe una real colaboración entre las dos familias de vigas, ya que una carga aislada actuando sobre una viga es soportada a través de la rigidez del conjunto, por todas las restantes vigas, que ahora sí constituyen una estructura única. Las dos familias de vigas que conforman la grilla se ubican a  $90^\circ$  entre sí (grilla rectangular), pero podrían ubicarse (siempre en el mismo plano) formando un ángulo distinto a  $90^\circ$  (grilla oblicua).

Otra forma de considerar un entrecruzamiento o emparrillado de vigas reticuladas planas, es que éstas no se dispongan en planos verticales sino en planos inclinados tal como se puede observar en la Figura VIII-3.

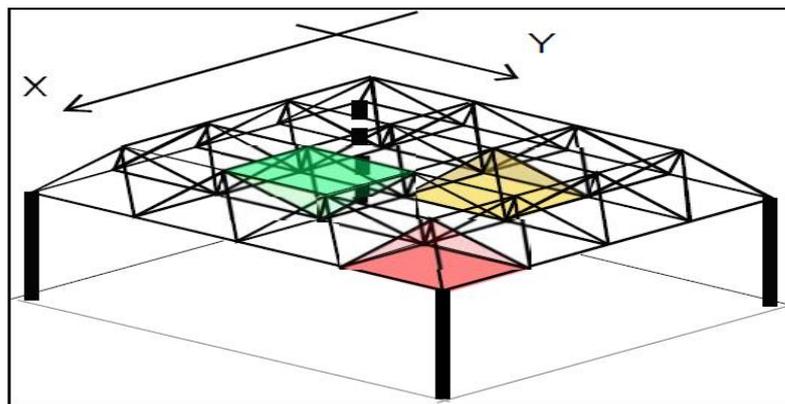


Figura VIII-3: Entrecruzamiento de vigas reticuladas planas. Fuente: Cátedra Estructuras de la Universidad Nacional de la Plata-Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

En este caso, ambas familias de vigas reticuladas tienen en común no un solo elemento o barra sino seis barras que constituyen una pirámide de base rectangular.

La capacidad de distribución de las cargas en ambas direcciones X e Y aumenta sensiblemente, lo que hace que los esfuerzos en cada una de ellas sean menores y por ende pueden construirse estructuras más esbeltas o de menor espesor.

Otra forma de concebir la generación de estas grillas es considerando a las barras que unen los nudos del plano superior como formando una malla rígida cuadrículada. Las barras que unen los nudos del plano inferior, a su vez forman otra malla rígida cuadrículada cuyos nudos están desplazados respecto de los nudos del plano superior. Según una proyección vertical, los nudos del plano superior caerán en el centro de la malla inferior y viceversa. Ambas mallas, la superior y la inferior, distanciadas en el espesor de la grilla, se solidarizan uniendo con barras inclinadas -cada nudo de una de las napas con los cuatro nudos de la otra napa que "encierran" al primero-. (Figura VIII-4).

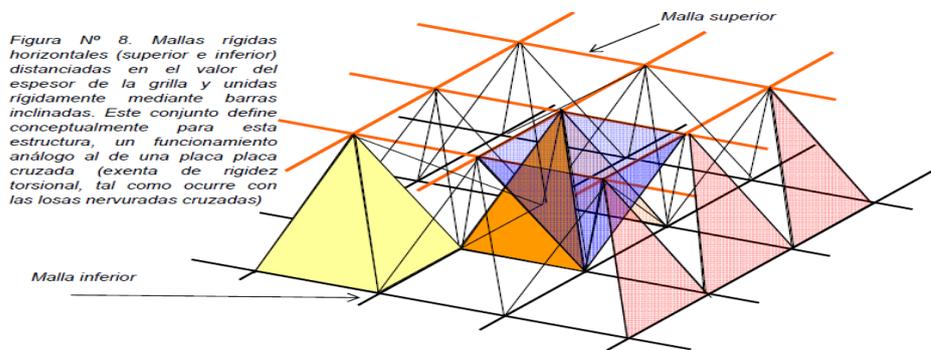


Figura VIII-4: Entrecruzamiento de vigas reticuladas. Fuente: Cátedra Estructuras de la Universidad Nacional de la Plata-Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

#### • Campo de aplicación

Las ventajas de sistema estructural y constructivo son muy variadas, y la mayor parte de ellas concurre a la economía. Entre algunas de éstas se puede mencionar:

- Rapidez de fabricación y montaje: todos los elementos son prefabricados en taller, con tolerancias estrictas (tanto porque lo posibilita este tipo de tecnología como porque lo requiere la precisión del montaje) lo que asegura uniformidad en la calidad de la obra. El montaje, completamente estandarizado, puede ser ejecutado con mano de obra poco o semi- especializada. Los elementos son de reducido peso y se requiere equipo menor de montaje. Todo esto implica una gran rapidez en la fabricación de los distintos elementos y en el montaje de la estructura, lo que se traduce en una rápida puesta en servicio de la obra.
- Liviandad: la esbeltez de todos los elementos permite una estructura sumamente liviana (hasta del orden de 4 a 5 kg. de acero por cada m<sup>2</sup> cubierto), con la consiguiente economía en infraestructura de apoyo (vigas y columnas o pórticos) y fundaciones.

- Posibilidad de grandes luces libres: la liviandad de la estructura (basada en la mayor resistencia del acero y de la buena distribución de los esfuerzos) permite salvar grandes luces sin apoyos intermedios, lo cual es de gran importancia en ciertos tipos de obras como por ejemplo hangares, salas deportivas, pabellones de exposición, salones, iglesias, plantas fabriles, aleros para tribunas, etc.
- Sencillez de los cerramientos: la misma forma de la estructura con sus figuras planas para la malla de la napa superior (triángulos, rectángulos o cuadrados, hexágonos, etc.) permite gran facilidad para cubrir la superficie con elementos de cerramientos prefabricados, todos iguales y fácilmente colocables. Asimismo la iluminación es fácilmente solucionable con elementos vidriados de cierre.
- Buen comportamiento sonoro: en el caso de cubiertas para salas de conciertos o conferencias, iglesias, teatros, etc., se ha comprobado un excelente comportamiento acústico. Esto es debido al casi despreciable efecto que tienen las reverberaciones e interferencias merced a la tupida compartimentación de la cubierta mediante un gran número de barras dispuestas en distintas direcciones.
- Efecto decorativo: frecuentemente el aspecto de las cubiertas de grillas resulta bien integrado a la finalidad y sentido de la obra, complementando a ésta no solo funcional sino estéticamente. Esto hace innecesario y aún inconveniente ocultar la estructura con cielorrasos, lo que se traduce en una economía adicional.
- Mayor resistencia al colapso: la eventual destrucción de una porción de la estructura es soportada por una redistribución de esfuerzos a las barras circundantes, sin que se agote la capacidad portante de la estructura total. Esto permite la posterior separación del sector dañado, fácil y rápidamente, mediante el simple reemplazo de los elementos averiados.
- Ubicación de cañerías: la altura (espesor) de la grilla plana a dos napas (usualmente del orden de 1,00 m más o menos) y la disposición regular de las barras inclinadas, permiten prever fácilmente en su interior el pasaje de las distintas canalizaciones (electricidad, calefacción, ventilación, sanitarios, desagües, etc.).
- Posibilidad de competencia económica: para evaluarlas frente a otras posibles soluciones estructurales deberá considerarse: costo de la materia prima (generalmente acero), costo del proceso de fabricación de los distintos elementos, disponibilidad de equipo de montaje y costo de sus operaciones, costo de la mano de obra de ensamble y terminación, costo del mantenimiento de la estructura, incidencia económica de la rapidez en la puesta en servicio de la obra y el costo de la patente (en caso de recurrir a sistemas patentados). Del estudio técnico-económico surgirá la conveniencia de la utilización de las grillas como solución estructural, sin perder de vista las

consideraciones sobre características arquitectónicas, funcionales, estéticas, geográficas, etc.

- **Consideraciones sobre las cargas actuantes**

Para las estructuras alivianadas reticuladas realizadas con barras de acero el peso propio de la estructura se reduce tan radicalmente (a valores que pueden oscilar entre 5 y 10 kg/m<sup>2</sup> de superficie cubierta) que las sobrecargas útiles o accidentales pasan a tener una importancia decisiva en el total de las cargas. Uno de los tipos de sobrecargas accidentales de suma importancia en su consideración es el de las acciones de viento. Para esto habrá que considerar, en función de la ubicación regional y geográfica, lo que indiquen los Reglamentos Técnicos vigentes.

- **Elementos constituyentes**

Básicamente son las barras (superiores, inferiores, verticales y/o inclinadas) y los nudos o elementos de unión.

- **Barras:** pueden ser redondos macizos, secciones tubulares o perfiles laminados o armados.
- **Nudos:** en las mallas espaciales tienen un doble propósito ya que deben garantizar la transmisión de los esfuerzos a lo largo de toda la estructura y facilitar el proceso constructivo de la malla y por consiguiente absorber la inevitable dispersión en las longitudes de la barra respecto de los valores proyectados al igual que sus propias deficiencias de fabricación. Estos elementos son los que básicamente diferencian y caracterizan a los distintos sistemas patentados.

- **Apoyos**

Independientemente de la forma en que se adopte la conformación de una grilla para cubierta o entepiso (barras en dos o en tres direcciones, con mallas cuadradas, rectangulares, triangulares o hexagonales en cada napa, etc.) puede además estar sustentada de muy diversas maneras:

- Cuando se requiere una planta libre (sin columnas en el interior) se deberá recurrir a un diseño de grilla cuya resistencia y rigidez esté acorde con el orden de luces a salvar. En este caso se pueden disponer columnas metálicas o de hormigón armado, con dinteles simplemente apoyados o aporticados, sirviendo de apoyo a la grilla en su perímetro. Igualmente puede tratarse de muros o tabiques portantes.
- En ciertos casos puede ocurrir que la planta a cubrir sea demasiado grande, o aún sin ser excesivas en sus dimensiones, no constituya un obstáculo la colocación de columnas

como apoyos intermedios o interiores. Entonces es usual recurrir a un engrosamiento en ciertos puntos de la grilla mediante la colocación de un elemento piramidal invertido, cuya base tiene la misma forma geométrica que la malla de la napa. El vértice inferior de dicha pirámide apoya sobre la columna. Figura VIII-5.

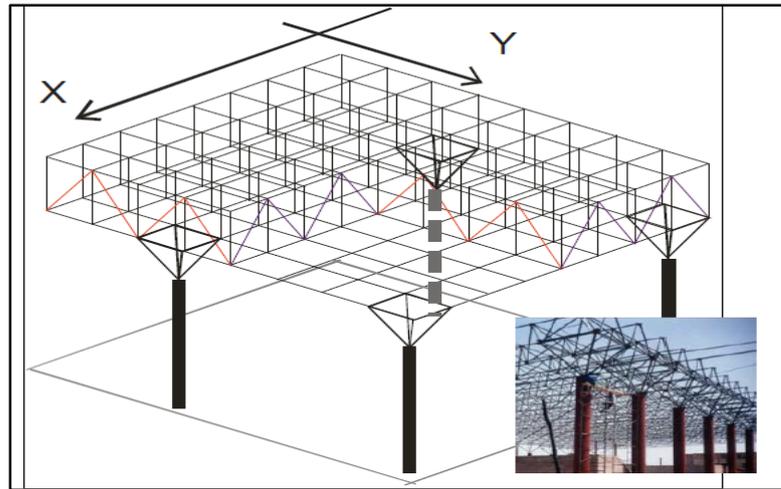


Figura VIII-5: Apoyos de estereoestructuras. Fuente: Cátedra Estructuras de la Universidad Nacional de la Plata-Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

### VIII.1.1 Predimensionado

Se plantea construir una estructura para la cubierta del SUM la cual permita el desarrollo de grandes luces sin necesidad de colocar pilares intermedios.

Para cumplir con este cometido se recurre a una “Estereoestructura”, ya que la planta del SUM es prácticamente cuadrada permitiendo que los esfuerzos se transmitan en ambas direcciones y sacando gran provecho a este tipo de estructuras.

La estereoestructura debe apoyar en todo su perímetro para tener un comportamiento similar al de una losa plana.

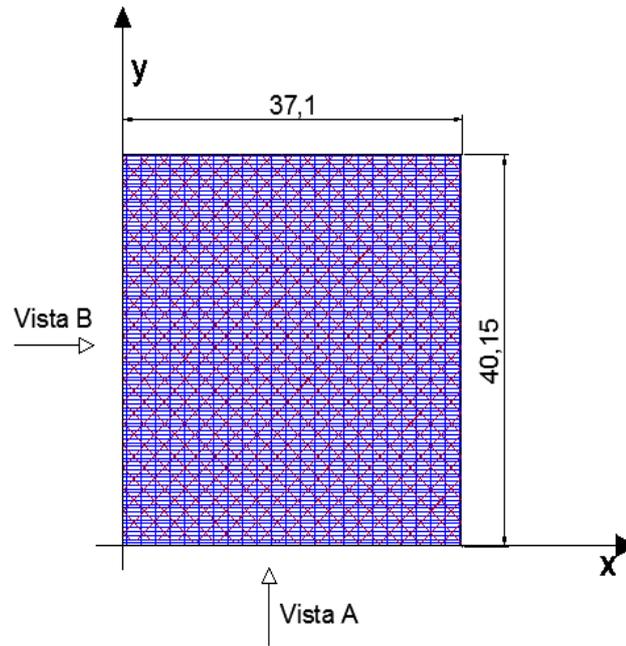


Figura VIII-6: Consideraciones de los ejes.

En las Figuras VIII-6, VIII-7 y VIII-8 se puede observar cómo se consideró a los efectos del cálculo a los ejes x e y, y las vistas A y B generadas en cada una de esas direcciones.

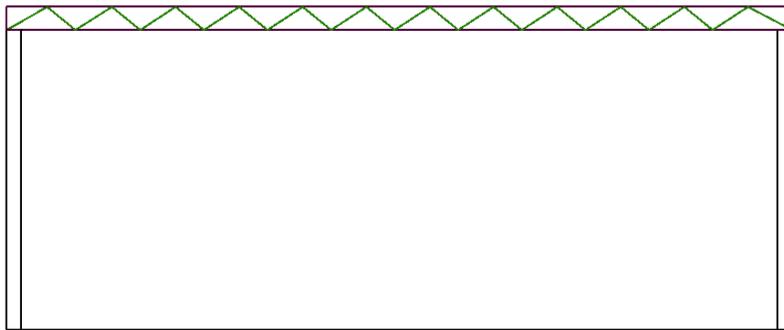


Figura VIII-8: Vista A.

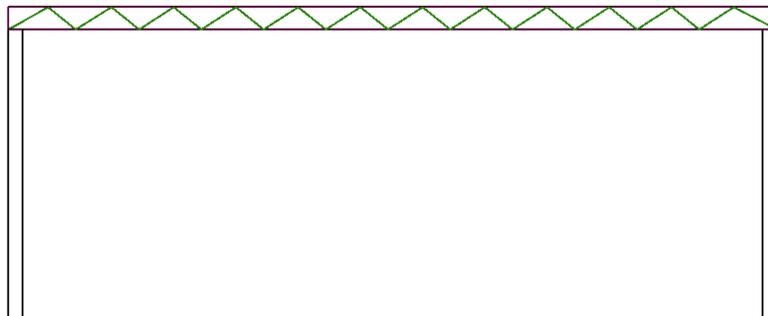


Figura VIII-7: Vista B.

• **Predimensionado**

La estructura de la cubierta será una placa de reticulado espacial que estará apoyada sobre vigas y éstas descargan las cargas a ocho columnas como puede observarse en el esquema de la Figura VIII-9.

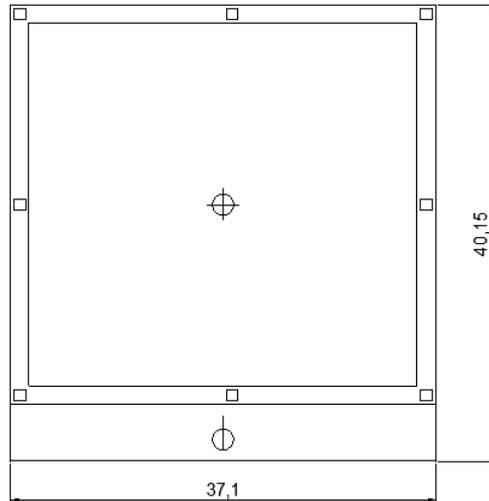


Figura VIII-9: Planta cubierta.

Para el predimensionado se adoptan los criterios adoptados por el Ingeniero Gabriel Troglia en su libro “Estructuras Metálicas”.

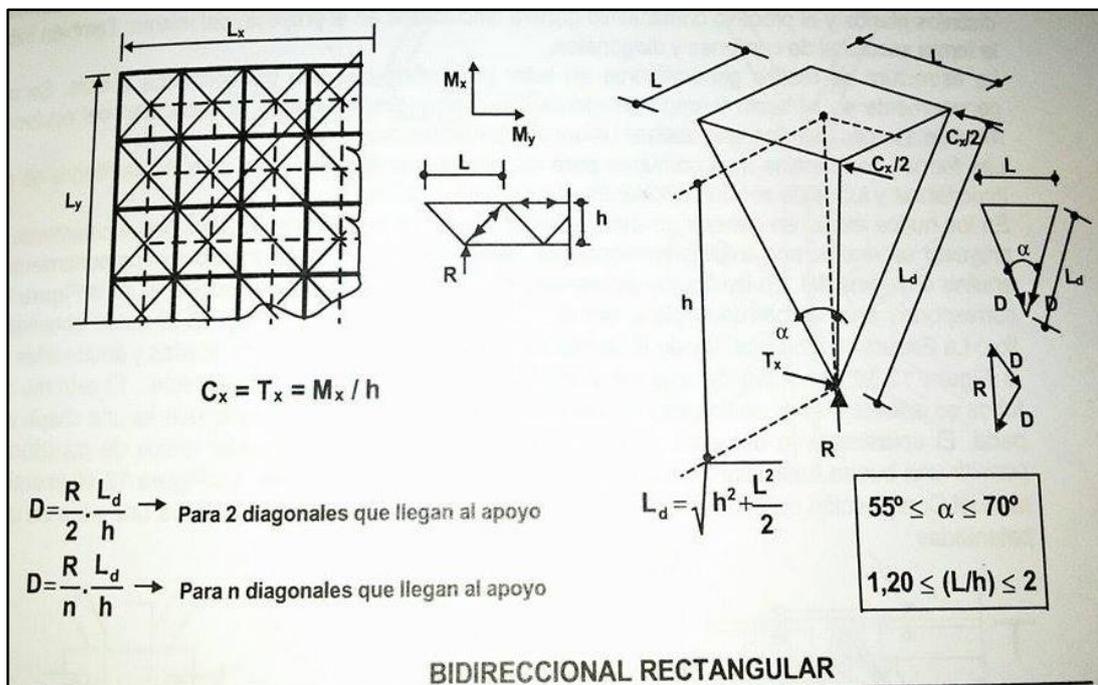


Figura VIII-10: Criterios de predimensionado. Fuente: Estructuras metálicas. Ing. Troglia

Para lograr esfuerzos y deformaciones razonables en las barras es necesario ciertas relaciones geométricas que pasamos a considerar:

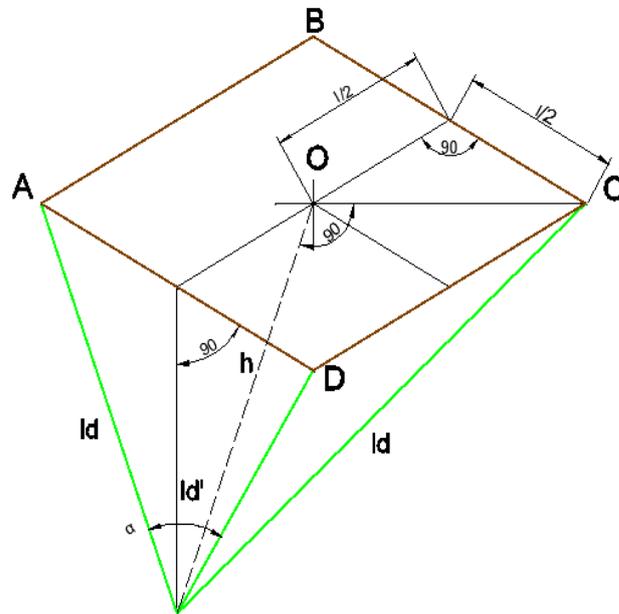


Figura VIII-11: Relaciones geométricas.

En el triángulo OPC

$$\overline{OC}^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{l^2}{2}$$

En el triángulo rectángulo COV

$$li^2 = h^2 + \frac{l^2}{2} \therefore li = \sqrt{h^2 + \frac{l^2}{2}}$$

El ángulo  $\alpha$  no debería ser mayor a  $60^\circ$  para que la pirámide no sea muy achatada.

$$\alpha \leq 60^\circ \text{ (triángulo equilátero)}$$

O lo que es lo mismo

$$li \geq l \text{ ó } li^2 \geq l^2$$

y trayendo el valor anterior de  $li^2$

$$h^2 + \frac{l^2}{2} \geq l^2$$

$$h^2 \geq \frac{l^2}{2}$$

$$h \geq 0,7 * l \text{ ó } l \leq 1,4 * h$$

Además de que  $h$  debe ser proporcional a la luz total de la viga y a sus cargas para que tanto esfuerzos como flechas sean razonables.

En primer lugar determinamos la altura **h** que puede estimarse entre  $\frac{a}{30}$  y  $\frac{a}{40}$ ; siendo **a** la menor dimensión del rectángulo que conforma la planta. En este caso  $a=37,10$  m.

$$\text{Adoptamos } h = \frac{a}{35} = \frac{37,10 \text{ m}}{35} = 1,06 \text{ m} \rightarrow \mathbf{1,10 \text{ m}}$$

Luego se determina la separación entre cordones. Según el Ing. Troglia:

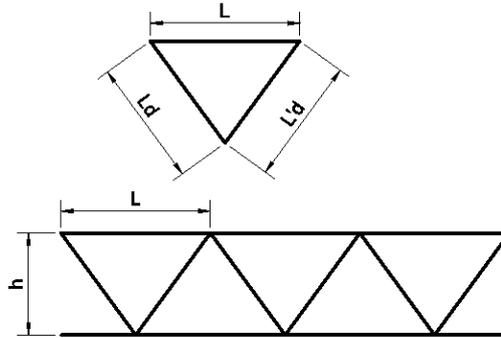


Figura VIII-12: Designaciones de componentes de módulo. Fuente: Estructuras metálicas. Ing. Troglia.

Considerándose:

- $55^\circ \leq \alpha \leq 70^\circ$
- $1,20 \leq L/h \leq 2$
- $Ld = \sqrt{h^2 + \frac{L^2}{2}}$

Recordando que se recomienda que  $l \leq 1,4 * h$ , adoptamos una relación  $L/h=1,40$ . Como  $h= 1,10$  m  $\rightarrow L = 1,40 * 1,1\text{m} = 1,54\text{m}$

Se adopta  $L=1,60$  m y se hace coincidir esta modulaci3n con la de la estereoestructura prevista a los laterales como “decoraci3n”.

De esta manera la longitud real de la diagonal ser3

$$Ld = \sqrt{h^2 + \frac{L^2}{2}} = \sqrt{(1,1\text{m})^2 + \frac{(1,60\text{m})^2}{2}} = 1,578\text{m} \rightarrow \mathbf{1,58 \text{ m}}$$

Los par3metros definidos ser3n entonces:

- $h=1,10$  m
- $l=1,60\text{m}$
- $ld=1,58\text{m}$

Las proyecciones en ambas direcciones ser3n:

Adoptando  $\alpha=60^\circ$

$$Ld' = Ld * \sin \alpha = 1,58\text{m} * \sin 60^\circ = 1,37 \text{ m}$$

Todas estas dimensiones halladas nos permiten predimensionar cada módulo componente de la estereoestructura. En las Figuras VIII-12, VIII-13, VIII-14 y VIII-15 se pueden apreciar la planta, vista según eje x-x, según eje y-y como también una perspectiva que facilita su comprensión.

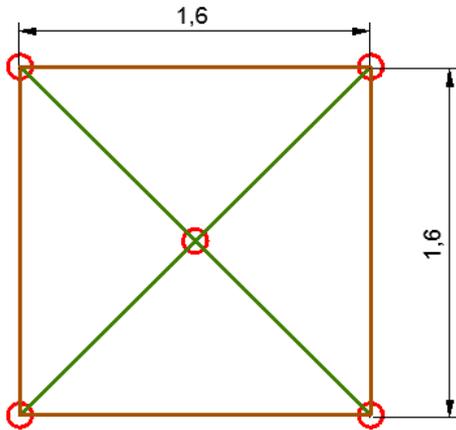


Figura VIII-13: Planta módulo estereoestructura.

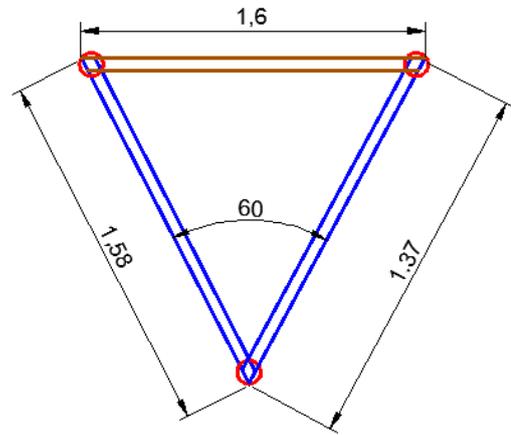


Figura VIII-14: Vista módulo según eje x-x.

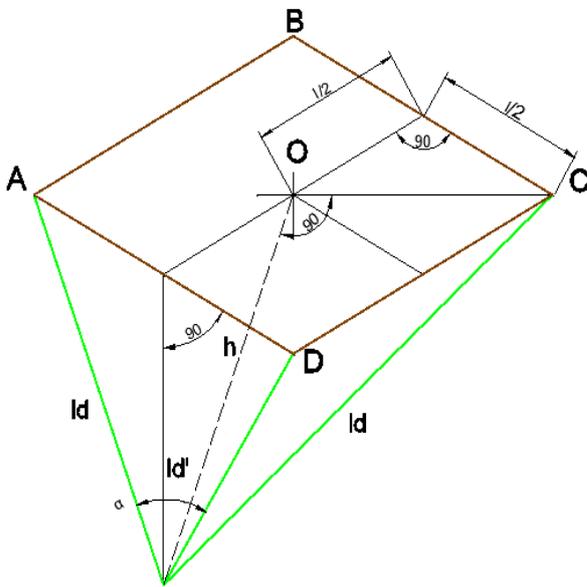


Figura VIII-16: Perspectiva módulo - 1

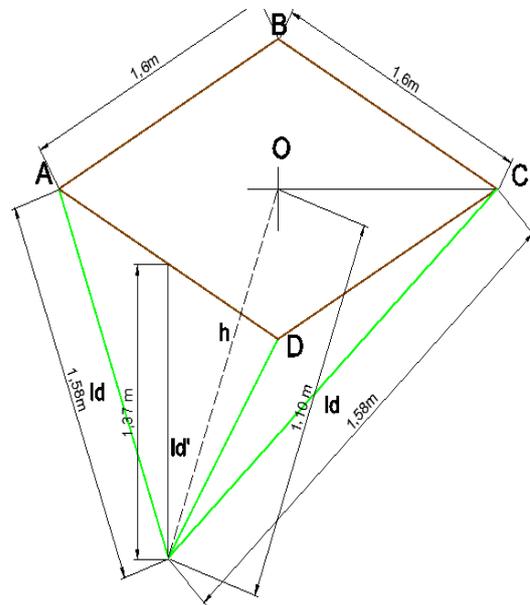


Figura VIII-15: Perspectiva módulo - 2

### VIII.1.2 Análisis de cargas

Se realizará un análisis de las solicitaciones a las que puede estar sometida la estructura durante su vida útil, como también la posibilidad de simultaneidad de éstas. Serán determinadas las cargas y combinaciones de las mismas tanto para los estados límites últimos y de servicio.

Cargas actuantes:

- ✓ Peso propio de la estereoestructura (carga permanente).
- ✓ Peso propio de la cubierta (carga permanente).
- ✓ Sobrecarga de montaje.
- ✓ Acción del viento (sobrecarga).

- **Peso de la estereoestructura y peso de la cubierta**

El peso propio de la estructura más la cubierta se estima en aproximadamente 0.7 kN/m<sup>2</sup>.

- **Sobrecarga**

En la determinación de la sobrecarga se utilizó el CIRSOC 101-2005.

- ✓ **Sobrecarga de montaje**

Se considera una sobrecarga de montaje de 1kN como carga puntual o una carga distribuida debido a ser azotea inaccesible de 0,2kN/m<sup>2</sup>, la carga que provoque la peor situación sobre la estructura.

- ✓ **Sobrecarga de viento**

Para establecer la carga de viento se recurrió al CIRSOC 102-2005.

Cuando se determinan las cargas permanentes con propósito de diseño, se debe incluir el peso del equipamiento fijo de servicios, tal como instalación sanitaria y eléctrica; sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

Condiciones para aplicar el método simplificado:

1. Se trata de un edificio con diagramas simples.
2. La pendiente de la cubierta es menor a 10°.
3. La altura media de la cubierta del edificio es menor o igual a 10m.
4. El edificio o estructura es de forma regular.
5. El edificio no se encuadra como edificio flexible.
6. La estructura del edificio no posee juntas de dilatación o separaciones.
7. El edificio no está sujeto a los efectos topográficos del artículo 5.7 (esto es  $K_z=1,0$ ).

Una vez comprobadas estas condiciones se procede a definir los parámetros del método simplificado.

▪ **Determinación de la sobrecarga de viento**

1. Se determina la velocidad básica del viento  $V$  y el factor de direccionalidad  $K_d$  según el artículo 5.4.

Según la Figura VIII-16 la velocidad básica del viento es 48m/s para una velocidad de ráfaga de 3 segundos a una altura de 10 m. Según dicha tabla  $K_d = 0.85$ .

2. Se determina un factor de importancia  $I$  según artículo 5.5. De la Tabla VIII-1 Tabla del Factor  $I$ , categoría III (edificio que reúne más de 300 personas). Factor  $I = 1,15$ .

3. Para cada dirección de viento se fija una categoría o categorías de exposición y los coeficientes de exposición para presión dinámica  $K_z$  o  $K_h$ , según corresponda, de acuerdo al artículo 5.6.

La categoría resulta ser la B, de la Tabla VIII-2: Tabla N° 5  $K_h = K_z = 0,81$ .

Exposición B: Áreas urbanas y suburbanas, áreas boscosas, o terrenos con numerosas obstrucciones próximas entre sí, del tamaño de viviendas unifamiliares o mayores. El uso de esta categoría de exposición está limitado a aquellas áreas para las cuales el terreno representativo de la Exposición B prevalece en la dirección de barlovento en una distancia de al menos 500 m ó 10 veces la altura del edificio u otra estructura, la que sea mayor.

Cumpliendo con estas especificaciones se podrá proceder a utilizar el método simplificado recurriendo a la Tabla N°2 (Tabla VIII-3) del CIRSOC 102-2005. Para la velocidad determinada corresponde una presión de diseño de viento de 1,15kN/m<sup>2</sup>, considerando el edificio cerrado.

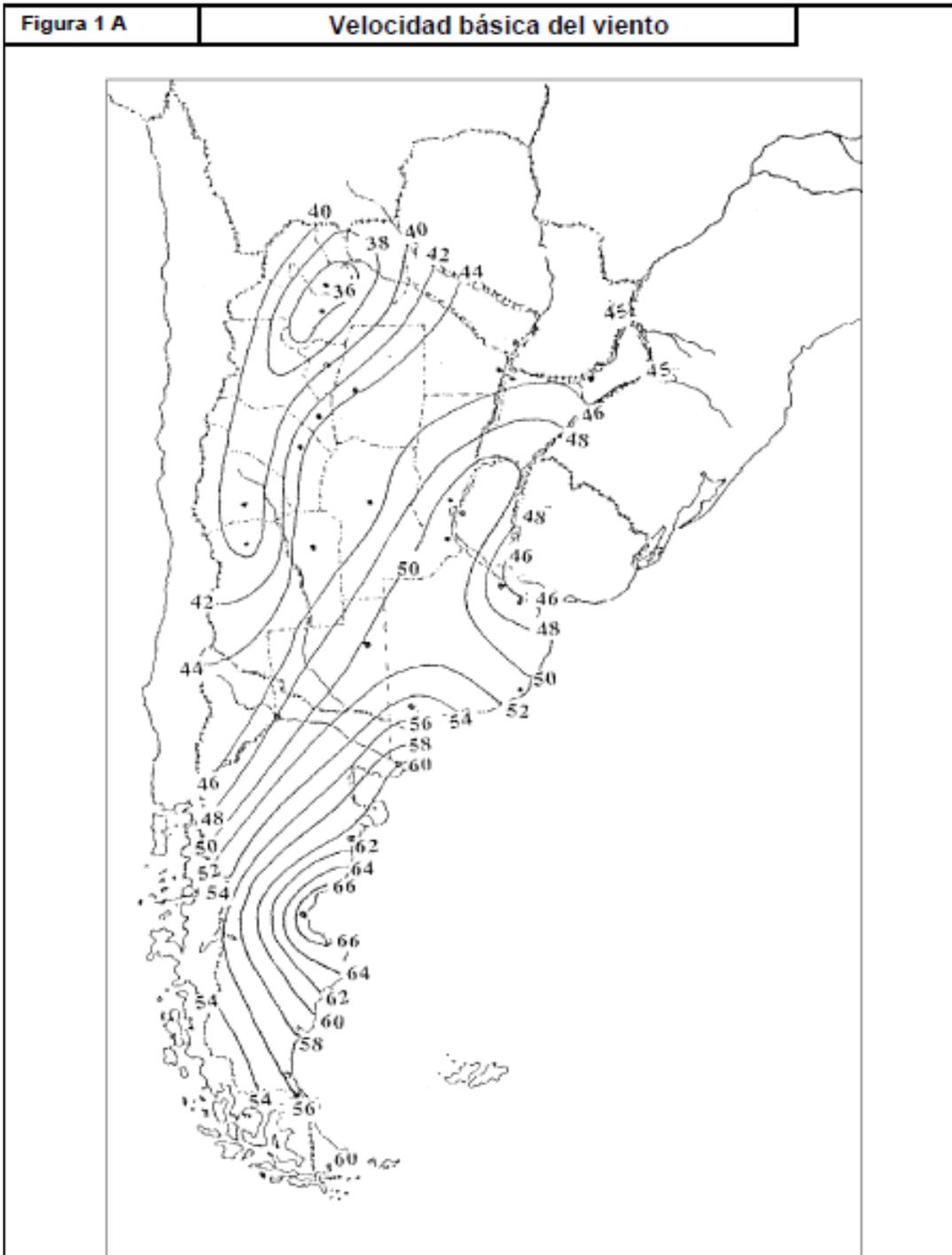


Figura VIII-17: Velocidad básica del viento. CIRSOC 102-2005.

| Categoría | I    |
|-----------|------|
| I         | 0,87 |
| II        | 1,00 |
| III       | 1,15 |
| IV        | 1,15 |

Tabla VIII - 1: Factor de Importancia I. CIRSOC 102-2005.

|  |                                       |                                     |       |       |       |       |       |       |       |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Sistema principal resistente a la fuerza del viento</b> |                                       | $h \leq 10 \text{ m}$               |       |       |       |       |       |       |       |
| <b>Tabla 2</b>   | <b>Presiones del viento de diseño</b> | <b>Procedimiento simplificado</b>   |       |       |       |       |       |       |       |
| <b>Edificios cerrados total y parcialmente</b>             |                                       | <b>Paredes y cubierta</b>           |       |       |       |       |       |       |       |
| <b>PRESION DEL VIENTO DE DISEÑO (N/m<sup>2</sup>)</b>      |                                       |                                     |       |       |       |       |       |       |       |
| Ubicación  | Clasificación del edificio            | Velocidad básica del viento (m/seg) |       |       |       |       |       |       |       |
|  |                                       | 38                                  | 40    | 45    | 49    | 54    | 58    | 63    | 67    |
| Cubierta   | Cerrado                               | -670                                | -766  | -958  | -1150 | -1389 | -1580 | -1868 | -2155 |
|  | Parcialmente cerrado                  | -910                                | -1006 | -1245 | -1485 | -1772 | -2107 | -2443 | -2778 |
| Paredes  | Cerrado total o parcialmente          | 575                                 | 671   | 814   | 958   | 1150  | 1389  | 1580  | 1820  |

Tabla VIII - 2: Presiones del viento de diseño. CIRSOC 102-2005.

|  |  |        |        |        |             |             |
|--|--|--------|--------|--------|-------------|-------------|
| <b>Tabla 5</b>                           | <b>Coefficientes de exposición para la presión dinámica, <math>K_h</math> y <math>K_z</math></b> |        |        |        |             |             |
| Altura sobre el nivel del terreno, z (m) | Exposición (Nota 1)  |        |        |        |             |             |
|  | A  |        | B      |        | C           | D           |
|  | Caso 1   | Caso 2 | Caso 1 | Caso 2 | Casos 1 y 2 | Casos 1 y 2 |
| 0 - 5                                    | 0,68   | 0,33   | 0,72   | 0,59   | 0,87        | 1,05        |
| 6  | 0,68   | 0,36   | 0,72   | 0,62   | 0,90        | 1,08        |
| 7,50                                     | 0,68   | 0,39   | 0,72   | 0,66   | 0,94        | 1,12        |
| 10                                       | 0,68   | 0,44   | 0,72   | 0,72   | 1,00        | 1,18        |
| 12,50                                    | 0,68   | 0,48   | 0,77   | 0,77   | 1,05        | 1,23        |
| 15                                       | 0,68   | 0,51   | 0,81   | 0,81   | 1,09        | 1,27        |
| 17,50                                    | 0,68   | 0,55   | 0,84   | 0,84   | 1,13        | 1,30        |
| 20                                       | 0,68   | 0,57   | 0,88   | 0,88   | 1,16        | 1,33        |
| 22,50                                    | 0,68   | 0,60   | 0,91   | 0,91   | 1,19        | 1,36        |
| 25                                       | 0,68   | 0,63   | 0,93   | 0,93   | 1,21        | 1,38        |
| 30                                       | 0,68   | 0,68   | 0,98   | 0,98   | 1,26        | 1,43        |
| 35                                       | 0,72   | 0,72   | 1,03   | 1,03   | 1,30        | 1,47        |
| 40                                       | 0,76   | 0,76   | 1,07   | 1,07   | 1,34        | 1,50        |
| 45                                       | 0,80   | 0,80   | 1,10   | 1,10   | 1,37        | 1,53        |
| 50                                       | 0,83   | 0,83   | 1,14   | 1,14   | 1,40        | 1,56        |
| 55                                       | 0,86   | 0,86   | 1,17   | 1,17   | 1,43        | 1,59        |
| 60                                       | 0,89   | 0,89   | 1,20   | 1,20   | 1,46        | 1,61        |
| 75                                       | 0,98   | 0,98   | 1,28   | 1,28   | 1,53        | 1,68        |
| 90                                       | 1,05   | 1,05   | 1,35   | 1,35   | 1,59        | 1,73        |
| 105                                      | 1,12   | 1,12   | 1,41   | 1,41   | 1,64        | 1,78        |
| 120                                      | 1,18   | 1,18   | 1,46   | 1,46   | 1,69        | 1,82        |
| 135                                      | 1,23   | 1,23   | 1,51   | 1,51   | 1,73        | 1,86        |
| 150                                      | 1,29   | 1,29   | 1,56   | 1,56   | 1,77        | 1,89        |

Tabla VIII - 3: Coeficientes de exposición para la presión dinámica. CIRSOC 102-2005.

Tomando el criterio del CIRSOC 102-2005 que establece lo que se puede apreciar en la Tabla VIII-4, considerando que el área tributaria es 1490m<sup>2</sup>, el factor de reducción es 0,8.

Por lo tanto:

$$W = \frac{1,15\text{kN}}{\text{m}^2} * 0,8 = 0,92\text{kN/m}^2$$

| Area (m <sup>2</sup> ) | Factor de reducción<br>(Se permite interpolación lineal) |
|------------------------|--|
| ≤ 10                   | 1,0  |
| 25                     | 0,9  |
| ≥ 100                  | 0,8  |

Tabla VIII - 4: Factor de reducción. CIRSOC 102-2005

- **Resumen de cargas actuantes**

- ✓ D=0,7 kN/m<sup>2</sup>
- ✓ L=0,2kN/m<sup>2</sup> y L=1kN
- ✓ W= -0,92kN/m<sup>2</sup>

### VIII.1.3 Combinación de cargas

Según el CIRSOC 301-2005 las posibles combinaciones de cargas que determinan las condiciones críticas que se generan en la estructura:

- ✓ Escenario 1:  $1,4 * D \rightarrow 1,4 * \frac{0,7\text{kN}}{\text{m}^2} = 0,98\text{kN/m}^2$
- ✓ Escenario 2:  $1,2 * D + 1,6 * L \rightarrow 1,2 * \frac{0,7\text{kN}}{\text{m}^2} + 1,6 * \frac{0,2\text{kN}}{\text{m}^2} = 1,16\text{kN/m}^2$
- ✓ Escenario 3:  $0,9 * D + 1,6 * W \rightarrow 0,9 * \frac{0,7\text{kN}}{\text{m}^2} - 1,6 * \frac{0,92\text{kN}}{\text{m}^2} = -0,84\text{kN/m}^2$

### VIII.1.4 Predimensionado de elementos componentes del módulo

En el punto anterior se puede apreciar que el Escenario N° 2 es el más crítico. Si multiplicamos dicho valor de carga por el ancho de cada módulo, en este caso 1,60 m (estudiaremos fajas de un módulo de ancho).

La estructura se plantea de manera que cada módulo (de 1.60m) trabaje con un cordón comprimido y un cordón traccionado, los cuales serán de 1,60 m como puede verse en la Figura VIII-17.

Se verifica respecto al mayor momento flector en valor absoluto (ya que la resistencia de diseño será la misma para un momento positivo que uno negativo). El mayor momento también se produce en el Escenario N° 2.

**VIII.1.4.1 Esfuerzos en los cordones**

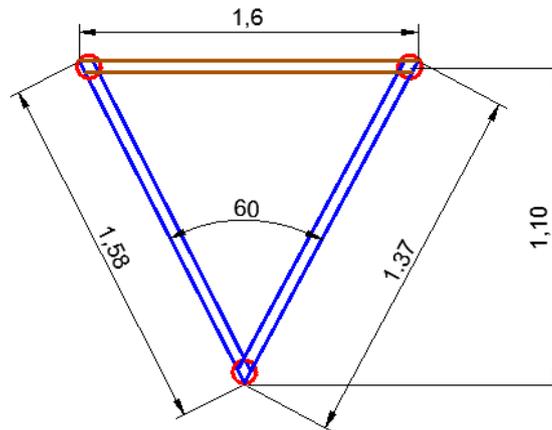


Figura VIII-18: Estructura del módulo.

En este tipo de estructuras, para una repartición bidireccional rectangular, en forma aproximada, se puede conocer la repartición de carga en ambas direcciones igualando las flechas en la franja central. Entonces:

$$q_x = \frac{q * \varepsilon^4}{1 + \varepsilon^4}$$

Siendo  $\varepsilon = \frac{L_y}{L_x} = \frac{40,15m}{37,10m} = 1,08$

$$q_y = q - q_x$$

Entonces:

$$q_x = \frac{q * \varepsilon^4}{1 + \varepsilon^4} = \frac{q * (1,08)^4}{1 + (1,08)^4} = 0,58 * q$$

$$q_y = q - 0,58 * q = 0,42 * q$$

Mientras que los momentos flectores  $M_x = \frac{q_x * L_x^2}{8}$  y  $M_y = \frac{q_y * L_y^2}{8}$

$$M_x = \frac{0,58 * q * (37,1m)^2}{8} = 99,80 * q$$

$$M_y = \frac{0,42 * q * (40,15m)^2}{8} = 84,63 * q$$

Al igual que en un reticulado plano los cordones paralelos se realiza una sección donde el momento es máximo y se establece que:

$$M = C * h = T * h$$

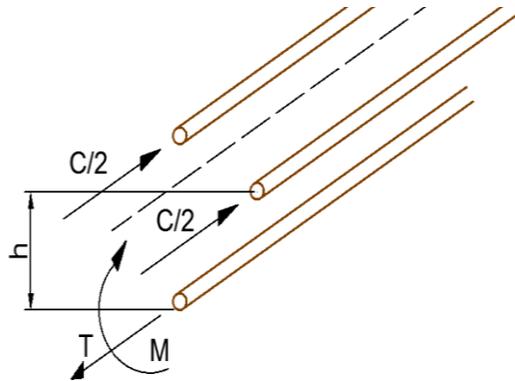


Figura VIII-19: Esquema de cordones.

Hay que tener en cuenta que el cordón superior está formado por dos barras iguales cuyo esfuerzo será  $\frac{C}{2}$ .

La resultante de ambas fuerzas  $\frac{C}{2}$  vale C y está contenida en el plano medio de la estructura.

#### VIII.1.4.1.1 Esfuerzos en dirección “y”

En esta dirección la cubierta tiene una luz igual a 40,15 m; según ya se vio anteriormente:

$$q_y = q - 0,58 * q = 0,42 * q$$

$$M_y = \frac{q_y * L_y^2}{8}$$

Y entonces, resulta:

$$q_y = q * 1,60m = 0,42 * \frac{1,16kN}{m^2} * 1,60m = 0,78kN/m$$

$$M_y = \frac{0,78kN/m * (40,15m)^2}{8} = 157,17kNm = 157,20kNm$$

El esfuerzo de tracción y de compresión será:

$$C = T = \frac{M}{h} = \frac{157,20kNm}{1,1m} = 143kN$$

### VIII.1.4.1.2 Esfuerzos en dirección “x”

En esta dirección la cubierta tiene una luz igual a 37,10 m; según ya se vio anteriormente:

$$q_x = \frac{q * \varepsilon^4}{1 + \varepsilon^4} = \frac{q * (1,08)^4}{1 + (1,08)^4} = 0,58 * q$$

$$M_x = \frac{q_x * L_x^2}{8}$$

Y entonces, resulta:

$$q_x = q_x * 1,60m = 0,58 * \frac{1,16kN}{m^2} * 1,60m = 1,08kN/m$$

$$M_x = \frac{1,08kN/m * (37,10m)^2}{8} = 185,82,96kNm = 186kNm$$

En el cordón superior van “dos medios tubos” o sea un tubo cada módulo, lo mismo que en el cordón inferior. El esfuerzo de tracción y de compresión será:

$$C = T = \frac{M}{h} = \frac{186kNm}{1,1m} = 170kN$$

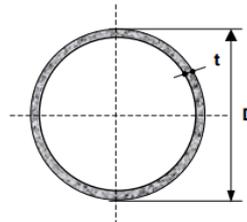
### VIII.1.5 Resistencia de Diseño

Se verificarán los cordones a compresión y a tracción, y también las diagonales.

#### VIII.1.5.1 Resistencia a compresión en los cordones

Para determinar la resistencia de diseño se adopta en dirección “x” un tubo con las siguientes características (extraídas de Tablas de Perfiles Laminados y Tubos Estructurales del Inti).

- Diámetro: 101,6 mm
- Espesor: 3,20 mm
- Área: 9,89 cm<sup>2</sup>
- Radio de giro: 3,48 cm
- Longitud del cordón: 1,60 m



#### ❖ Análisis de pandeo local

Para elementos tubulares de sección circular en compresión axial se establece que:

$$\lambda_r = \frac{22000}{F_y} = \frac{22000}{235Mpa} = 93,62$$

Mientras que  $\lambda$

$$\lambda = \frac{D}{t} = \frac{101,6mm}{3,20mm} = 31,75$$

Como resulta  $\lambda < \lambda_r \rightarrow Q=1$

La tensión crítica  $F_{cr}$  se determina como:

a)  $\lambda_c * \sqrt{Q} \leq 1,5 \rightarrow F_{cr} = Q * (0,658^{Q*\lambda_c^2}) * F_y$

b)  $\lambda_c * \sqrt{Q} > 1,5 \rightarrow F_{cr} = \left(\frac{0,877}{\lambda_c^2}\right) * F_y$

Primero calculamos  $\lambda_c$ , que se define como:

$$\lambda_c = \frac{k * l}{\pi * r} * \sqrt{\frac{F_y}{E}} = \frac{\lambda}{91,64} = \frac{1600}{34,8 * 91,64} = 0,50$$

Como,

$$\lambda_c * \sqrt{Q} = 0,50 * \sqrt{1} = 0,50 \leq 1,5$$

Entonces,

$$F_{cr} = Q * (0,658^{Q*\lambda_c^2}) * F_y = (0,658^{0,50^2}) * 235MPa = 211,65 Mpa$$

Y la resistencia de diseño  $R_d$  viene dada como:

$$R_d = \varphi * F_{cr} * A_g$$

$\varphi$  : 0,85, Factor de corrección por compresión.

$F_{cr}$ : Tensión crítica (N/mm<sup>2</sup>).

$A_g$ : Sección del tubo adoptado (mm<sup>2</sup>).

$$R_d = 0,85 * \frac{211,65N}{mm^2} * 989mm^2 = 177,92kN$$

**177,92 kN > 170kN → VERIFICA**

Mientras que en la dirección “y” se adopta un tubo de las mismas características, al tener las mismas dimensiones arribamos a los resultados ya vistos anteriormente:

**177,92kN > 143kN → VERIFICA**

### VIII.1.5.2 Resistencia a tracción de los cordones

La verificación de los cordones a tracción se realiza considerando la fluencia en la sección bruta, puesto que al no tener orificios ésta coincide con la sección neta.

#### ✓ Dirección “x”

La Resistencia de diseño a tracción viene dada por

$$R_d = \varphi * F_y * A_g$$

Donde:

$\varphi=0,9$  Factor de Resistencia para tracción.

$F_y$  = Tensión de fluencia de acero F24 (N/mm<sup>2</sup>).

$A_g$ =Sección del tubo adoptada (mm<sup>2</sup>).

Entonces,

$$R_d = 0,9 * \frac{235N}{mm^2} * 989mm^2 = 209,17kN$$

**209,17 kN > 170kN → VERIFICA**

✓ **Dirección “y”**

$$R_d = 0,9 * \frac{235N}{mm^2} * 989mm^2 = 209,17kN$$

**209,17kN > 140kN → VERIFICA**

### VIII.1.5.3 Resistencia de Diseño de diagonales

En la Figura VIII-18 se puede apreciar el módulo según vista x-x y según vista y-y. La longitud de la diagonal ya fue calculada en la etapa de predimensionado y la misma es 1,60m.

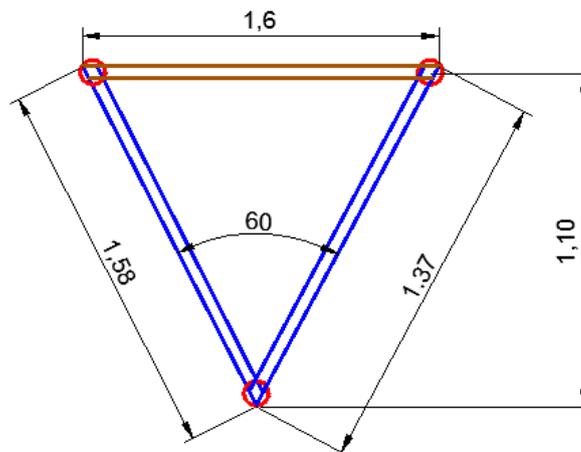


Figura VIII-20: Vista del módulo según x-x e y-y.

La resultante de ambas fuerzas D, vale D' y también está en el plano medio, lo mismo que T. Esto permite estudiar el problema de un reticulado plano, determinar el valor de D' y luego el valor de sus componentes D.

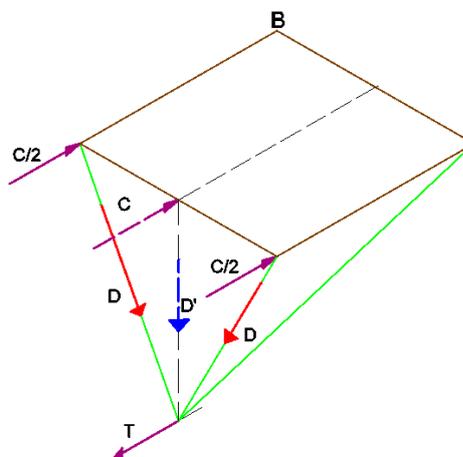


Figura VIII-21: Esfuerzos de tracción y compresión en módulo.

Hacemos una sección S-S' y proyectamos todas las fuerzas actuantes en la zona izquierda sobre el eje Y.

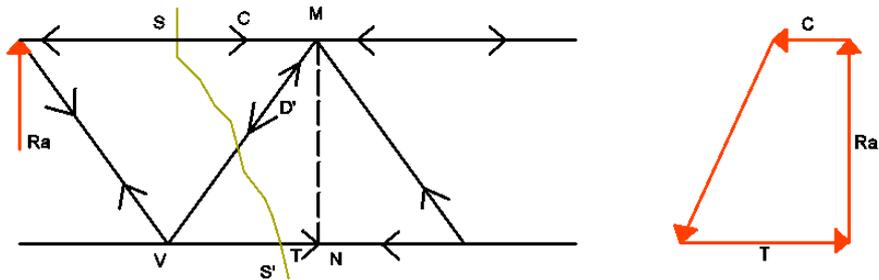


Figura VIII-22: Esfuerzos proyectado en sección de diseño..

El

triángulo V'M'N' es semejante al VMN. Por lo tanto:

$$\frac{D'}{Ra} = \frac{l'i}{h} \therefore D' = Ra * \frac{l'i}{h}$$

Rebatimos la cara de la pirámide ADV sobre el plano del papel para poner las longitudes y las fuerzas en verdadera magnitud. Después descomponemos D' en las fuerzas D paralelas a ld.

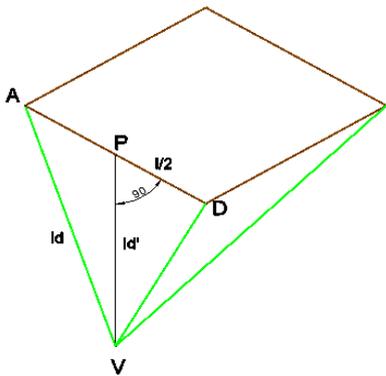


Figura VIII-23: Perspectiva módulo.

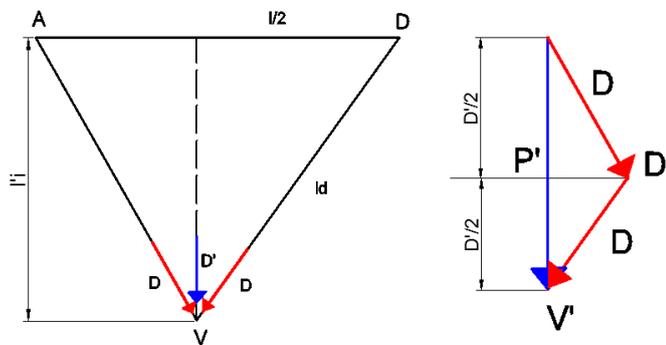


Figura VIII-24: Vista módulo y resultante de esfuerzos.

El triángulo V'P'D' es semejante al VPD. Por tanto:

$$\frac{D}{\frac{D'}{2}} = \frac{li}{l'i}; D = \frac{D'}{2} * \frac{li}{l'i}$$

$$D = \frac{Ra}{2} * \frac{l'i}{h} * \frac{li}{l'i}$$

$$D = \frac{Ra}{2} * \frac{li}{h}$$

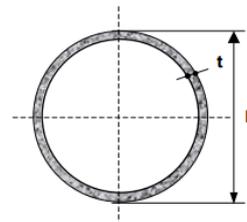
Generalizado para cualquier sección

$$D = \frac{Q}{n} * \frac{li}{h}$$

✓ **En dirección “x”**

Las diagonales se verifican frente a los esfuerzos de cortes. Las mismas se materializarán con el tubo estructural que se describe a continuación:

- Diámetro: 57,15 mm
- Espesor: 2,50mm
- Área: 4,29 cm<sup>2</sup>
- Radio de giro: 1,93 cm
- Longitud del cordón: 1,58 m



Verificamos en primer lugar el pandeo local del tubo.

$$\lambda_r = \frac{22000}{F_y} = \frac{22000}{235\text{Mpa}} = 93,62$$

Mientras que  $\lambda$

$$\lambda = \frac{D}{t} = \frac{57,15\text{mm}}{2,50\text{mm}} = 22,86$$

Como resulta  $\lambda < \lambda_r \rightarrow Q=1$

❖ **Reacción del apoyo**

Determinamos la reacción en el apoyo.

$$R = 0,58 * 1,16 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 1,58\text{m} * \frac{37,10\text{m}}{2} = 19,72\text{kN}$$

- 0,58: Factor de distribución de carga en dirección x-x.

El valor que deberá tomar cada diagonal, sabiendo que contamos con 2 diagonales en cada dirección, será:

$$D = \frac{R}{2} * \frac{Ld}{h} = \frac{19,72\text{kN}}{2} * \frac{1,58\text{m}}{1,10\text{m}} = 14,16\text{kN}$$

❖ **Resistencia de diseño**

$$\lambda_c = \frac{k * l}{\pi * r} * \sqrt{\frac{F_y}{E}} = \frac{\lambda}{91,64} = \frac{0,85 * 1580}{19,3 * 91,64} = 0,76$$

Entonces:

$$F_{cr} = Q * (0,658^{Q * \lambda_c^2}) * F_y = (0,658^{0,76^2}) * 235\text{MPa} = 184,53 \text{ Mpa}$$

Y la resistencia de diseño  $R_d$  viene dada como:

$$R_d = \varphi * F_{cr} * A_g$$

$\varphi$  : 0,85, Factor de corrección por compresión.

$F_{cr}$ : Tensión crítica (N/mm<sup>2</sup>).

$A_g$ : Sección del tubo adoptado (mm<sup>2</sup>).

$$R_d = 0,85 * \frac{184,53 \text{ N}}{\text{mm}^2} * 429\text{mm}^2 = 67,29\text{kN}$$

**67,29 kN > 14,16kN → VERIFICA**

✓ **En dirección “y”**

$$R = 0,42 * 1,16 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 1,58\text{m} * \frac{40,15\text{m}}{2} = 15,45\text{kN}$$

- 0,42: Factor de distribución de carga en dirección y-y.

El valor que deberá tomar cada diagonal, sabiendo que contamos con 2 diagonales en cada dirección, será:

$$D = \frac{R}{2} * \frac{Ld}{h} = \frac{15,45 \text{ kN}}{2} * \frac{1,58\text{m}}{1,10\text{m}} = 11,10\text{kN}$$

Como se puede apreciar los esfuerzos son menores que en la dirección “x” por lo tanto se decide utilizar los mismos tubos que en ésta dirección a fin de simplificar la construcción y el montaje.

### VIII.1.6 Predimensionado estereoestructura lateral

Con el mismo criterio adoptado para el predimensionado y verificación de la estereoestructura de cubierta se procederá a diseñar y calcular la estereoestructura lateral. Con la salvedad que al no apoyar la estructura superior sobre la misma solo estará afectada por el viento lateral.

Ahora nuestras dimensiones  $L_x=40,15$  m y  $L_y= 10,40$  m.

#### VIII.1.6.1 Análisis de cargas

Siguiendo el criterio establecido en el Reglamento CIRSOC 102-2005 se calculó el esfuerzo de viento que deberá soportar la estereoestructura, el que se muestra en las Tablas VIII-5 y VIII-6.

| z  | Kz   | G    | qz      | Cp  | qi=qh   | Gcpi | (-)Gcpi | Pared a barlovento (N/m <sup>2</sup> ) |                  |
|----|------|------|---------|-----|---------|------|---------|--|------------------|
|    |      |      |         |     |         |      |         | Presión interior                       | Succión interior |
|    |      |      |         |     |         |      |         | P(Gcpi)                                | P((-)Gcpi)       |
| 4  | 0,72 | 0,85 | 994,01  | 0,8 | 1118,27 | 0,18 | -0,18   | 593,92                                 | 996,50           |
| 7  | 0,72 | 0,85 | 994,01  | 0,8 | 1118,27 | 0,18 | -0,18   | 593,92                                 | 996,50           |
| 10 | 0,72 | 0,85 | 994,01  | 0,8 | 1118,27 | 0,18 | -0,18   | 593,92                                 | 996,50           |
| 13 | 0,81 | 0,85 | 1118,27 | 0,8 | 1118,27 | 0,18 | -0,18   | 693,32                                 | 1095,90          |

Tabla VIII - 6: Presiones debido a cargas de viento. CIRSOC 102-2005.

| Presión Total |         |         | Fuerza distribuida (N/m) - Ancho = 40,15m |            |           |                                     |              |                    |             |            |
|---------------|---------|---------|---|------------|-----------|-------------------------------------|--------------|--------------------|-------------|------------|
| Presión       | Succión | Total   | z (m)                                     | Barlovento | Sotavento | Presión en Edif (N/m <sup>2</sup> ) | Fuerza (N/m) | Altura piso h2 (m) | h media (m) | Fuerza (N) |
| 693,32        | -581,50 | 1274,82 | 13  | 693,32     | -581,50   | 1274,82                             | 51,18        | 13                 | 6,5         | 332,70     |

Tabla VIII - 5. Fuerza actuante a una altura media. CIRSOC 102-2005

La presión del viento es de 1,28kN/m<sup>2</sup>.

#### VIII.1.6.2 Combinación de cargas

Según el CIRSOC 301-2005 la posible combinación de carga que determine la condición más crítica para la estructura será:

✓ Escenario 1:  $1,6 * W \rightarrow 1,6 * \frac{1,28\text{kN}}{\text{m}^2} = 2,05\text{kN/m}^2$

#### VIII.1.6.3 Predimensionado de elementos componentes del módulo

Por razones de diseño se adopta en la estereoestructura lateral la misma modulación que la usada para la cubierta.

**VIII.1.6.4 Esfuerzos en los cordones**

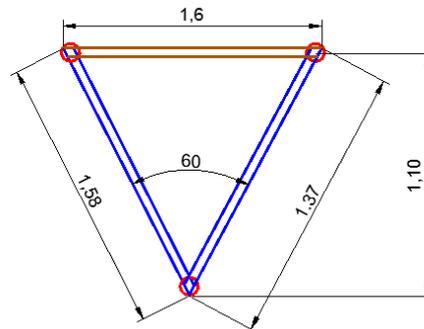


Figura VIII-25: Estructura del módulo.

Recordando que en este tipo de estructuras, para una repartición bidireccional rectangular, en forma aproximada, se puede conocer la repartición de carga en ambas direcciones igualando las flechas en la franja central. Entonces:

$$q_x = \frac{q * \varepsilon^4}{1 + \varepsilon^4}$$

Siendo  $\varepsilon = \frac{L_y}{L_x} = \frac{10,40m}{35,15m} = 0,30$

$$q_y = q - q_x$$

Entonces:

$$q_x = \frac{q * \varepsilon^4}{1 + \varepsilon^4} = \frac{q * (0,30)^4}{1 + (0,30)^4} = 0,008 * q$$

$$q_y = q - 0,008 * q = 0,99 * q$$

Mientras que los momentos flectores  $M_x = \frac{q_x * L_x^2}{8}$  y  $M_y = \frac{q_y * L_y^2}{8}$

$$M_x = \frac{0,008 * q * (10,4m)^2}{8} = 0,11 * q$$

$$M_y = \frac{0,99 * q * (35,15m)^2}{8} = 152,9 * q$$

Al igual que en un reticulado plano los cordones paralelos se realiza una sección donde el momento es máximo y se establece que:

$$M = C * h = T * h$$

Y se tener en cuenta que el cordón superior está formado por dos barras iguales cuyo esfuerzo será  $\frac{C}{2}$ .

La resultante de ambas fuerzas  $\frac{C}{2}$  vale C y está contenida en el plano medio de la estructura.

✓ **Esfuerzos en dirección “y”**

En esta dirección la cubierta tiene una luz igual a 35,15 m; según ya se vio anteriormente el momento es muy importante en esta dirección.

$$q_y = 0,99 * q$$

$$M_y = \frac{q_y * L_y^2}{8}$$

Y entonces, resulta:

$$q_y = q_y * 1,60m = 0,99 * \frac{2,05kN}{m^2} * 1,60m = 3,24kN/m$$

$$M_y = \frac{3,24kN/m * (35,15m)^2}{8} = 500kNm$$

El esfuerzo de tracción y de compresión será:

$$C = T = \frac{M}{h} = \frac{500 \text{ kNm}}{1,1m} = 454kN$$

✓ **Esfuerzos en dirección “x”**

No fueron calculados por observar en el punto VIII.1.6.4 que son prácticamente despreciables.

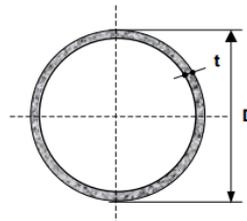
**VIII.1.7 Resistencia de Diseño**

Se verificarán los cordones a compresión y a tracción, y también las diagonales.

**VIII.1.7.1 Resistencia a compresión en los cordones**

Para determinar la resistencia de diseño se adopta en dirección “x” un tubo con las siguientes características (extraídas de Tablas de Perfiles Laminados y Tubos Estructurales del Inti).

- Diámetro: 168,3 mm
- Espesor: 4,75 mm
- Área: 24,41 cm<sup>2</sup>
- Radio de giro: 5,78 cm
- Longitud del cordón: 1,60m



❖ **Análisis de pandeo local**

Para elementos tubulares de sección circular en compresión axial se establece que:

$$\lambda_r = \frac{22000}{F_y} = \frac{22000}{235\text{Mpa}} = 93,62$$

Mientras que  $\lambda$

$$\lambda = \frac{D}{t} = \frac{168,3 \text{ mm}}{4,75 \text{ mm}} = 35,43$$

Como resulta  $\lambda < \lambda_r \rightarrow Q=1$

La tensión crítica  $F_{cr}$  se determina como:

c)  $\lambda_c * \sqrt{Q} \leq 1,5 \rightarrow F_{cr} = Q * (0,658^{Q*\lambda_c^2}) * F_y$

d)  $\lambda_c * \sqrt{Q} > 1,5 \rightarrow F_{cr} = \left(\frac{0,877}{\lambda_c^2}\right) * F_y$

Primero calculamos  $\lambda_c$ , que se define como:

$$\lambda_c = \frac{k * l}{\pi * r} * \sqrt{\frac{F_y}{E}} = \frac{\lambda}{91,64} = \frac{1600}{57,8 * 91,64} = 0,40$$

Como,

$$\lambda_c * \sqrt{Q} = 0,40 * \sqrt{1} = 0,40 \leq 1,5$$

Entonces,

$$F_{cr} = Q * (0,658^{Q*\lambda_c^2}) * F_y = (0,658^{0,40^2}) * 235\text{MPa} = 219,78 \text{ Mpa}$$

Y la resistencia de diseño  $R_d$  viene dada como:

$$R_d = \varphi * F_{cr} * A_g$$

$\varphi$  : 0,85, Factor de corrección por compresión.

$F_{cr}$ : Tensión crítica (N/mm<sup>2</sup>).

$A_g$ : Sección del tubo adoptado (mm<sup>2</sup>).

$$R_d = 0,85 * \frac{219,78\text{N}}{\text{mm}^2} * 2441\text{mm}^2 = 456\text{kN}$$

**456kN > 454kN → VERIFICA**

**VIII.1.7.1 Resistencia a tracción de los cordones**

La verificación de los cordones a tracción se realiza considerando la fluencia en la sección bruta, puesto que al no tener orificios ésta coincide con la sección neta.

La Resistencia de diseño a tracción viene dada por

$$R_d = \varphi * F_y * A_g$$

Donde:

$\varphi=0,9$  Factor de Resistencia para tracción.

$F_y$  = Tensión de fluencia de acero F24 (N/mm<sup>2</sup>).

$A_g$ =Sección del tubo adoptada ( $\text{mm}^2$ ).

Entonces,

$$R_d = 0,9 * \frac{235\text{N}}{\text{mm}^2} * 2441\text{mm}^2 = 516,27\text{kN}$$

**516,27 kN > 454kN → VERIFICA**

### VIII.1.7.2 Diagonales

En la Figura VIII-18 se puede apreciar el módulo según vista x-x y según vista y-y. La longitud de la diagonal ya fue calculada en la etapa de predimensionado y la misma es 1,60m.

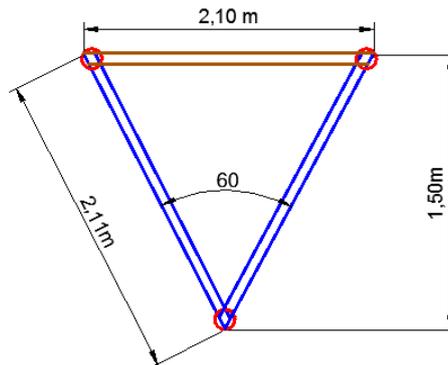
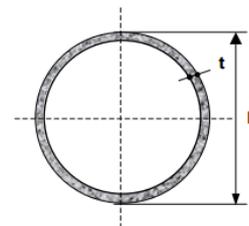


Figura VIII-26: Vista del módulo según x-x e y-y.

Las diagonales se verifican frente a los esfuerzos de cortes. Las mismas se materializarán con el tubo estructural que ya fue adoptado.

- Diámetro: 57,15 mm
- Espesor: 2,50mm
- Área: 4,29  $\text{cm}^2$
- Radio de giro: 1,93 cm
- Longitud del cordón: 1,58 m



$$\lambda_r = \frac{22000}{F_y} = \frac{22000}{235\text{Mpa}} = 93,62$$

Mientras que  $\lambda$

$$\lambda = \frac{D}{t} = \frac{101,6\text{mm}}{6,35\text{mm}} = 16$$

Como resulta  $\lambda < \lambda_r \rightarrow Q=1$

✓ **En dirección “y”**

Determinamos la reacción en el apoyo.

$$R = 0,99 * 2,05 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 1,58\text{m} * \frac{35,15\text{m}}{2} = 56,36\text{kN}$$

- 0,42: Factor de distribución de carga en dirección y-y.

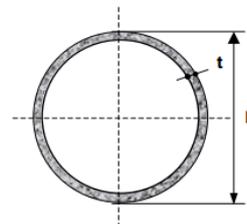
El valor que deberá tomar cada diagonal, sabiendo que contamos con 2 diagonales en cada dirección, será:

$$D = \frac{R}{2} * \frac{Ld}{h} = \frac{56,36 \text{ kN}}{2} * \frac{1,58\text{m}}{1,10\text{m}} = 40,47\text{kN}$$

#### ❖ Resistencia de diseño

Se adopta un tubo con las siguientes características (extraídas de Tablas de Perfiles Laminados y Tubos Estructurales del Inti).

- Diámetro: 57,15 mm
- Espesor: 2,50mm
- Área: 4,29 cm<sup>2</sup>
- Radio de giro: 1,93 cm
- Longitud del cordón: 1,58 m



$$\lambda_c = \frac{k * l}{\pi * r} * \sqrt{\frac{F_y}{E}} = \frac{\lambda}{91,64} = \frac{0,85 * 1580}{19,3 * 91,64} = 0,76$$

Entonces:

$$F_{cr} = Q * (0,658^{Q * \lambda_c^2}) * F_y = (0,658^{0,76^2}) * 235\text{MPa} = 184,53 \text{ Mpa}$$

Y la resistencia de diseño Rd viene dada como:

$$R_d = \varphi * F_{cr} * A_g$$

$\varphi$  : 0,85, Factor de corrección por compresión.

Fcr: Tensión crítica (N/mm<sup>2</sup>).

Ag: Sección del tubo adoptado (mm<sup>2</sup>).

$$R_d = 0,85 * \frac{184,53 \text{ N}}{\text{mm}^2} * 429\text{mm}^2 = 67,29\text{kN}$$

**67,29 kN > 40,47kN → VERIFICA**

### VIII.1.7 Vigas perimetrales

Se plantea construir una estructura metálica en la cual descansa la “Estereoestructura”.

Para dicho fin, se construirá una estructura formada por 4 vigas perimetrales apoyadas en 8 columnas, que estarán simplemente apoyadas en sus extremos y empotradas en el centro. Mientras que una franja de 5 metros de ancho quedará en voladizo tal como se muestra en la Figura VIII-19.

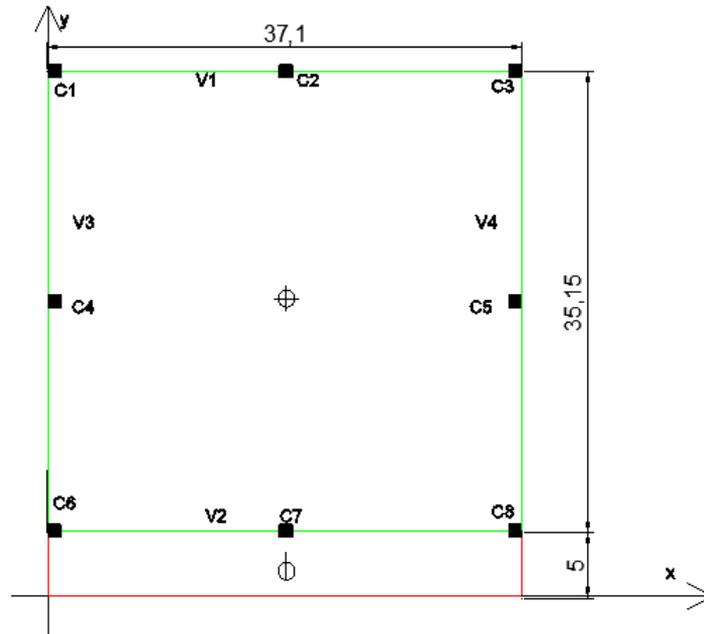


Figura VIII-27: Esquema estructural.

#### VIII.1.7.1 Distribución de cargas

Para poder determinar la distribución de cargas para cada viga, utilizamos las áreas de influencia, que se determinan mediante líneas a 45° en los vértices de la cubierta tal como se detalla en la Figura VIII-20.

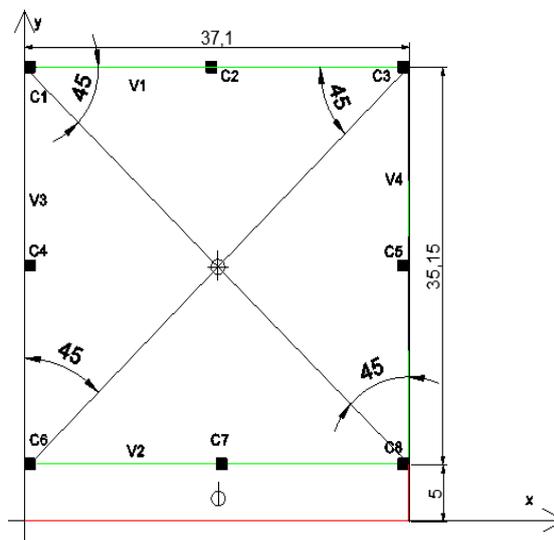


Figura VIII-28: Áreas de influencia.

Como la franja de la cubierta que se encuentra apoyada en dos direcciones es prácticamente cuadrada se adopta una división en 4 triángulos que quedan definidos al trazar las diagonales. Por otra parte las dos vigas de luz menor (35,15 m), tendrán una reducción en el momento causada por la losa que queda en voladizo y se considerará que la losa se encuentra simplemente apoyada sobre las vigas.

De esta manera se determina la carga actuante en cada viga. Para ello fueron seleccionados los peores escenarios: máxima carga que genera momento flector negativo (causado por la succión del viento, Tabla VIII-7) y la máxima carga que genera momento flector positivo (generado por el peso propio más la sobrecarga de uso, Tabla VIII-8). Realizándose una distinción entre las cargas generadas por el triángulo y el voladizo que conforman el total del área de influencia, debido a que la carga que se produce en éste genera un momento negativo que reduce el momento total.

### VIII.1.7.2 Esfuerzos en vigas

Se analizaran los esfuerzos sobre las vigas V1 = V2 y sobre las vigas V3 = V4. Para realizar dicho análisis se selecciona el peor escenario de carga y se realiza el esquema de cálculo de la Figura VIII-21 para las primeras 2 y el de la Figura VIII-22 para las últimas 2.

| Viga | Área de influencia (m <sup>2</sup> ) | Carga externa (kN/m <sup>2</sup> ) | Resultante externa (kN) | Longitud de Calculo (m) | Carga distribuida (kN/m) | Peso de la viga (kN/m) | Carga de diseño (kN/m) |
|------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| V1   | 279,64                               | -0,92                              | -257,27                 | 37,1                    | -6,93                    | 0,64                   | -6,29                  |
| V2   | 465,14                               | -0,92                              | -427,93                 | 37,1                    | -11,53                   | 0,64                   | -10,89                 |
| V3   | 279,64                               | -0,92                              | -257,27                 | 30,15                   | -8,53                    | 0,64                   | -7,89                  |
| V4   | 279,64                               | -0,92                              | -257,27                 | 30,15                   | -8,53                    | 0,64                   | -7,89                  |

Tabla VIII - 8: Máximas cargas generadas por la succión del viento.

| Viga | Área de influencia (m <sup>2</sup> ) | Carga externa (kN/m <sup>2</sup> ) | Resultante externa (kN) | Longitud de Calculo (m) | Carga distribuida (kN/m) | Peso de la viga (kN/m) | Carga de diseño (kN/m) |
|------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| V1   | 279,64                               | 1,16                               | 324,38                  | 37,1                    | 8,74                     | 0,64                   | 9,38                   |
| V2   | 465,14                               | 1,16                               | 539,56                  | 37,1                    | 14,54                    | 0,64                   | 15,18                  |
| V3   | 279,64                               | 1,16                               | 324,38                  | 30,15                   | 10,76                    | 0,64                   | 11,40                  |
| V4   | 279,64                               | 1,16                               | 324,38                  | 30,15                   | 10,76                    | 0,64                   | 11,40                  |

Tabla VIII - 7: Máximas cargas generadas por las cargas permanentes.

### VIII.1.7.2.1 Esfuerzos en viga N° 2

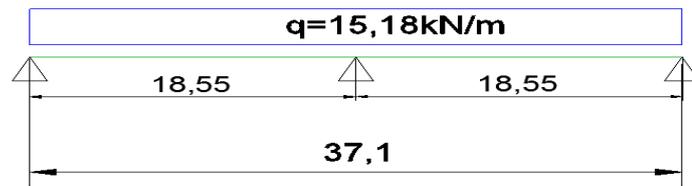


Figura VIII-29: Esquema de cálculo V1 y V2.

#### ✓ Momento Flector

Se determina el mayor momento flector al que estará sometida la viga en el centro de la misma (coincidente con el apoyo empotrado).

$$Mf_2 = \frac{q * l^2}{8} = \frac{15,18kN}{m} * \frac{(18,55m)^2}{8} = 652,93 kNm$$

#### ✓ Esfuerzo de corte

Se determina el máximo esfuerzo de corte al que estará sometida la viga, ubicado en el apoyo de la misma.

$$V_2 = q * l = \frac{15,18kN}{m} * 18,55m = 281,60kN$$

La viga N° 1 no se calculará por poseer una carga menor a la que afecta a la número 2.

### VIII.1.7.2.1 Esfuerzos en vigas N° 3 y 4

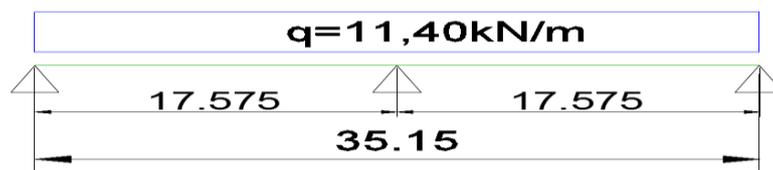


Figura VIII-30: Esquema de cálculo V3 y V4.

#### ✓ Momento Flector

#### ❖ Momento en el tramo

Se determina el mayor momento flector al que estará sometida la viga en el centro de la misma (coincidente con la ubicación del empotramiento).

$$Mf_{3-4} = \frac{q * l^2}{8} = \frac{11,40kN}{m} * \frac{(17,575m)^2}{8} = 440,15kNm$$

#### ❖ Momento en el voladizo

$$Mf_v = q * l = \frac{11,40kN}{m} * 5m = 57kNm$$

Como ya se mencionó anteriormente, el Momento resultante será la resta de los dos momentos recientemente calculados:

$$Mf_{tramo} = Mf_{3-4} - Mf_v = 440,15kNm - 57kNm = 383,15kNm$$

✓ Esfuerzo de corte

Se determina el máximo esfuerzo de corte al que estará sometida la viga, ubicado en el apoyo empotrado de la viga:

$$V_{3-4} = q * l = \frac{11,40kN}{m} * 17,575m = 200,36kN$$

### VIII.1.7.3 Predimensionado de elementos componentes

En la siguiente sección del capítulo se presentan el dimensionado de las vigas a flexión y a corte.

#### VIII.1.7.3.1 Predimensionado según esfuerzo de flexión

Partiendo de que el L del módulo que conforma la viga coincide con el adoptado para la estereoestructura, pero se aumentará la altura con el propósito de emplear tubos de diámetro cercano al ya usado en la estereoestructura.

Para el dimensionado y posterior verificación se adoptarán los criterios ya empleados en los puntos VIII.1.3 y VIII.1.4. Solo se calculará y verificará la viga N° 2 por ser la más solicitada.

En la Figura VIII-23 se observan los criterios a emplear para los cálculos futuros.

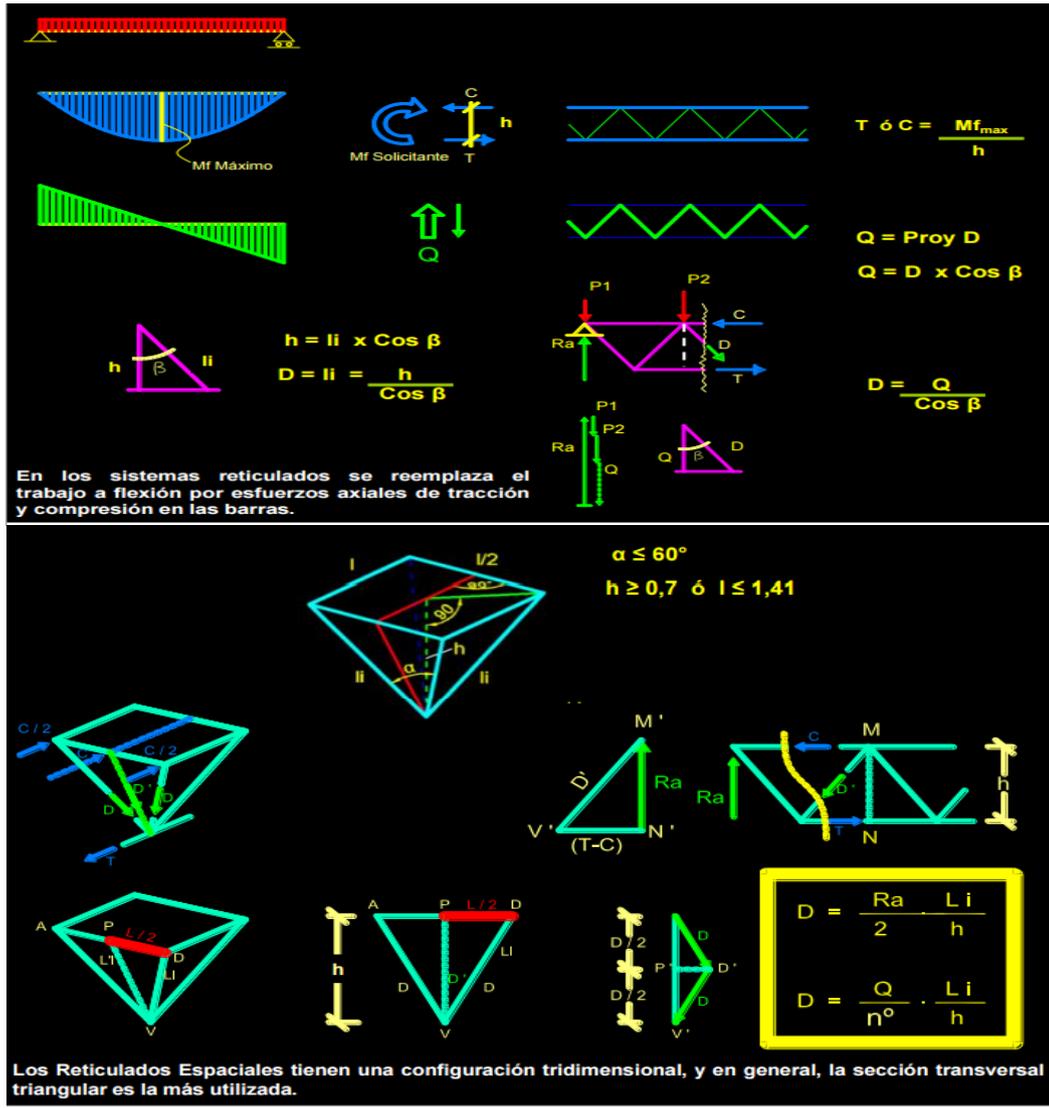


Figura VIII-31: Criterios para el cálculo.

✓ Dimensiones del módulo

Los parámetros definidos serán entonces:

- $h=1,50\text{ m}$

Recordando que se recomienda que  $l \leq 1,4 * h$ , adoptamos una relación  $L/h=1,40$ .

Como  $h= 1,10\text{ m} \rightarrow L = 1,40 * 1,50\text{m} = 2,10\text{ m}$

Se adopta  $L=2,10\text{ m}$ , de esta manera la longitud real de la diagonal será

$$Ld = \sqrt{h^2 + \frac{L^2}{2}} = \sqrt{(1,5\text{m})^2 + \frac{(2,10\text{m})^2}{2}} = 2,11\text{m} \rightarrow 2,11\text{ m}$$

Las proyecciones en ambas direcciones serán:

Adoptando  $\alpha=60^\circ$

$$Ld' = Ld * \sin \alpha = 2,11\text{m} * \sin 60^\circ = 1,83\text{ m}$$

### VIII.1.7.3.2 Esfuerzos en los cordones

Como ya fue calculado el mayor momento flector al que estará sometida la viga en el centro de la misma será:

$$M_{f_2} = \frac{q * l^2}{8} = \frac{\frac{15,18kN}{m} * (18,55m)^2}{8} = 652,93 kNm$$

En el cordón superior van “dos medios tubos” o sea un tubo cada módulo, lo mismo que en el cordón inferior. El esfuerzo de tracción y de compresión será:

$$C = T = \frac{M}{h} = \frac{652,93kNm}{1,50m} = 435,29kN$$

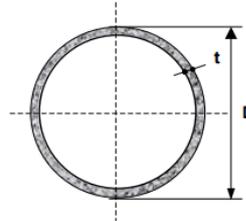
### VIII.1.7.4 Resistencia de Diseño

Se verificarán los cordones a compresión y a tracción, y también las diagonales.

#### VIII.1.7.4.1 Resistencia a compresión en los cordones

Para determinar la resistencia de diseño se adopta un tubo con las siguientes características (extraídas de Tablas de Perfiles Laminados y Tubos Estructurales del Inti).

- Diámetro: 168,3 mm
- Espesor: 4,75 mm
- Área: 24,41 cm<sup>2</sup>
- Radio de giro: 5,78 cm
- Longitud del cordón: 2,11 m



#### ❖ Análisis de pandeo local

Para elementos tubulares de sección circular en compresión axial se establece que:

$$\lambda_r = \frac{22000}{F_y} = \frac{22000}{235Mpa} = 93,62$$

Mientras que  $\lambda$

$$\lambda = \frac{D}{t} = \frac{168,3 \text{ mm}}{4,75 \text{ mm}} = 35,43$$

Como resulta  $\lambda < \lambda_r \rightarrow Q=1$

La tensión crítica  $F_{cr}$  se determina como:

$$e) \lambda_c * \sqrt{Q} \leq 1,5 \rightarrow F_{cr} = Q * (0,658^{Q*\lambda_c^2}) * F_y$$

$$f) \lambda_c * \sqrt{Q} > 1,5 \rightarrow F_{cr} = \left(\frac{0,877}{\lambda_c^2}\right) * F_y$$

Primero calculamos  $\lambda_c$ , que se define como:

$$\lambda_c = \frac{k * l}{\pi * r} * \sqrt{\frac{F_y}{E}} = \frac{\lambda}{91,64} = \frac{2100}{57,8 * 91,64} = 0,40$$

Como,

$$\lambda_c * \sqrt{Q} = 0,40 * \sqrt{1} = 0,40 \leq 1,5$$

Entonces,

$$F_{cr} = Q * (0,658^{Q*\lambda_c^2}) * F_y = (0,658^{0,40^2}) * 235\text{MPa} = 219,78 \text{ Mpa}$$

Y la resistencia de diseño  $R_d$  viene dada como:

$$R_d = \varphi * F_{cr} * A_g$$

$\varphi$  : 0,85, Factor de corrección por compresión.

$F_{cr}$ : Tensión crítica (N/mm<sup>2</sup>).

$A_g$ : Sección del tubo adoptado (mm<sup>2</sup>).

$$R_d = 0,85 * \frac{219,78\text{N}}{\text{mm}^2} * 2441\text{mm}^2 = 456\text{kN}$$

**456kN > 435,29kN → VERIFICA**

### VIII.1.7.5 Resistencia a tracción de los cordones

La verificación de los cordones a tracción se realiza considerando la fluencia en la sección bruta, puesto que al no tener orificios ésta coincide con la sección neta.

La Resistencia de diseño a tracción viene dada por

$$R_d = \varphi * F_y * A_g$$

Donde:

$\varphi=0,9$  Factor de Resistencia para tracción.

$F_y$  = Tensión de fluencia de acero F24 (N/mm<sup>2</sup>).

$A_g$ =Sección del tubo adoptada (mm<sup>2</sup>).

Entonces,

$$R_d = 0,9 * \frac{235\text{N}}{\text{mm}^2} * 2441\text{mm}^2 = 516,27\text{kN}$$

**516,27 kN > 435,29kN → VERIFICA**

### VIII.1.7.6 Diagonales

En la Figura VIII-18 se puede apreciar el módulo según vista x-x y según vista y-y. La longitud de la diagonal ya fue calculada en la etapa de predimensionado y la misma es 1,60m.

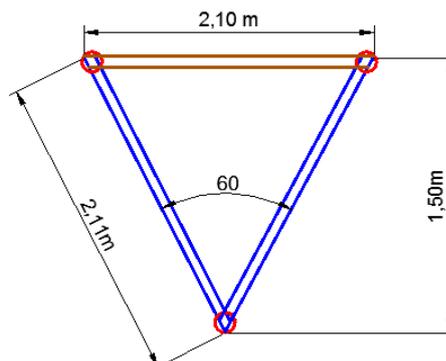
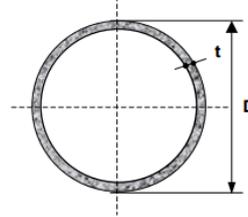


Figura VIII-32: Vista del módulo según x-x e y-y.

Las diagonales se verifican frente a los esfuerzos de cortes. Las mismas se materializarán con el tubo estructural que ya fue adoptado.

- Diámetro: 101,6 mm
- Espesor: 6,35 mm
- Área: 19cm<sup>2</sup>
- Radio de giro: 3,38cm
- Longitud del cordón: 2,11 m



$$\lambda_r = \frac{22000}{F_y} = \frac{22000}{235\text{Mpa}} = 93,62$$

Mientras que  $\lambda$

$$\lambda = \frac{D}{t} = \frac{101,6\text{mm}}{6,35\text{mm}} = 16$$

Como resulta  $\lambda < \lambda_r \rightarrow Q=1$

#### ❖ Reacción del apoyo

Determinamos la reacción en el apoyo.

$$R = q * l = \frac{15,18\text{kN}}{m} * 18,55\text{m} = 281,60\text{kN}$$

El valor que deberá tomar cada diagonal, sabiendo que contamos con 2 diagonales en cada dirección, será:

$$D = \frac{R}{2} * \frac{L_d}{h} = \frac{281,60\text{kN}}{2} * \frac{2,11\text{m}}{1,50\text{m}} = 198\text{ kN}$$

#### ❖ Resistencia de diseño

$$\lambda_c = \frac{k * l}{\pi * r} * \sqrt{\frac{F_y}{E}} = \frac{\lambda}{91,64} = \frac{0,85 * 2110}{63,5 * 91,64} = 0,31$$

Entonces:

$$F_{cr} = Q * (0,658^{Q * \lambda_c^2}) * F_y = (0,658^{0,31^2}) * 235\text{MPa} = 225,74\text{ Mpa}$$

Y la resistencia de diseño  $R_d$  viene dada como:

$$R_d = \varphi * F_{cr} * A_g$$

$\varphi$  : 0,85, Factor de corrección por compresión.

$F_{cr}$ : Tensión crítica (N/mm<sup>2</sup>).

$A_g$ : Sección del tubo adoptado (mm<sup>2</sup>).

$$R_d = 0,85 * \frac{225,74\text{ N}}{\text{mm}^2} * 1900\text{mm}^2 = 364,56\text{kN}$$

**364,56kN > 281,60kN → VERIFICA**

## VIII.1.8 Columnas

### VIII.1.8.1 Predimensionado de las columnas

Las vigas apoyaran sobre las columnas generando un esfuerzo normal de compresión.

Se ejecutarán columnas armadas de perfiles tubo con el propósito de continuar con la materialidad empleada en el resto de la estructura. Éstas estarán formadas por 4 cordones longitudinales circulares unidos mediante conectores, constituidos por barras unidas a los cordones mediante bulones.

En la Figura VIII-33 puede apreciarse un esquema.

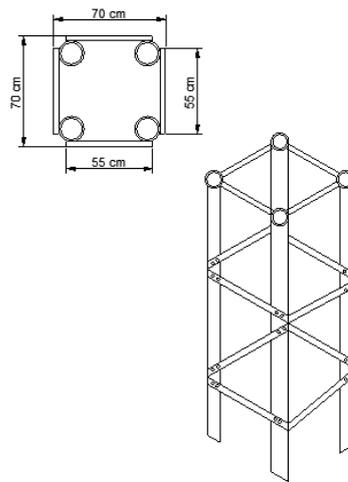


Figura VIII-33: Esquema de armado de columna.

### VIII.1.8.2 Esfuerzos sobre columnas

Se dimensionará y verificará una de las columnas de esquina, en este caso C1, ya que son las más solicitadas.

Tal como puede observarse en la Figura VIII- 34 la columna C1 recibe el esfuerzo de corte transmitido por V1 y V3 respectivamente.

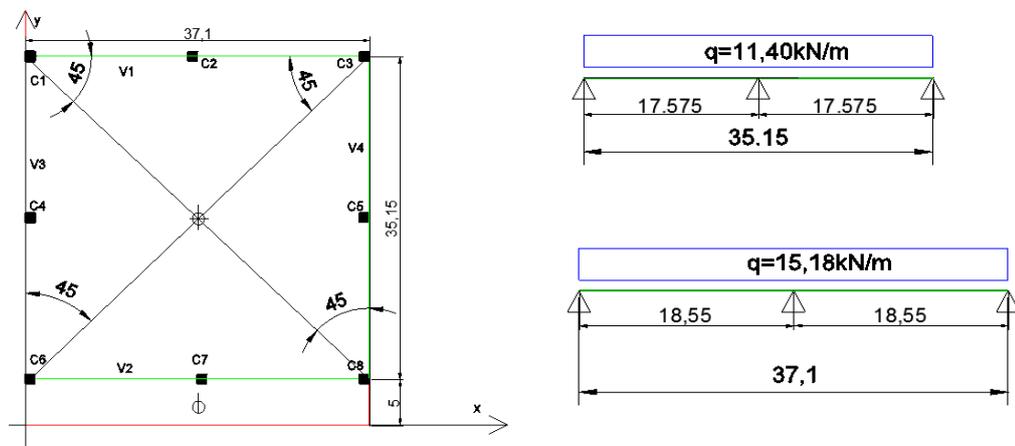


Figura VIII-34: Esfuerzos sobre vigas y columnas.

❖ **Esfuerzo de Corte V1**

$$V_{V1} = \frac{15,18 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 18,55 \text{ m}}{2} = 140,80\text{kN}$$

❖ **Esfuerzo de Corte V4**

$$V_{V1} = \frac{11,40 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 17,575 \text{ m}}{2} = 100,18\text{kN}$$

❖ **Esfuerzo Cortante Total**

$$V_{\text{total}} = 140,80\text{kN} + 100,18\text{kN} = 241\text{kN}$$

El esfuerzo cortante actuante considera cargas permanentes y sobrecargas de uso, no teniendo en cuenta la succión del viento pues el esfuerzo de tracción que provoca reduce el esfuerzo de compresión que generan el resto de las cargas.

**VIII.1.8.3 Predimensionado y verificación**

Se considera que la columna pertenece al grupo IV de la clasificación que realiza el CIRSOC 301. Y que presenta las siguientes características:

- Lx=10,40 m.
- Ly=18,55m.
- Condiciones de vínculo: Empotrado en el extremo inferior y articulado en la unión con la viga (Lx) y articulado en ambos extremos (Ly).

Se decidió utilizar columnas de sección cuadra de 85 cm de lado como puede observarse en la Figura VIII-27.

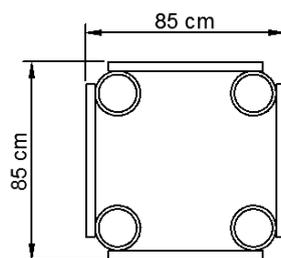
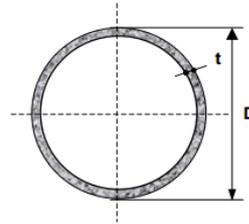


Figura VIII-35: Dimensiones de columnas.

### VIII.1.8.4 Resistencia de diseño

Para comenzar seleccionamos el tubo que se empleará para la construcción de las mismas, cuyas características comerciales son:

- Diámetro: 219,1 mm
- Espesor: 6,35 mm
- Área: 42,48 cm<sup>2</sup>
- Radio de giro: 7,53 cm
- Longitud del cordón: 10,40m



El procedimiento que se realiza a continuación es el correspondiente al que el CIRSOC 301-EL establece para columnas armadas del GRUPO IV.

#### VIII.1.8.4.1 Eje Material

De la Tabla de la Figura 4-15 página 112 del libro del Ingeniero Troglia “Estructuras metálicas”, se determina un valor de k correspondiente a k=2,1. Siendo k el factor de longitud efectiva.

$$k * L_x = 2,1 * 10,40m = 21,84 = 21840mm$$

$$\lambda_c = \frac{k * l}{\pi * r} * \sqrt{\frac{F_y}{E}} = \frac{\lambda}{91,64} = \frac{21840}{75,3 * 91,64} = 3,16$$

Como,

$$\lambda_c * \sqrt{Q} = 3,16 * \sqrt{1} = 3,16 > 1,5$$

Entonces,

$$F_{cr} = \left(\frac{0,877}{\lambda_c^2}\right) * F_y = \left(\frac{0,877}{3,16^2}\right) * 235MPa = 20,64MPa$$

Y la resistencia de diseño Rd viene dada como:

$$R_d = \varphi * F_{cr} * A_g$$

$\varphi$  : 0,85, Factor de corrección por compresión.

Fcr: Tensión crítica (N/mm<sup>2</sup>).

Ag: Sección del tubo adoptado (mm<sup>2</sup>).

$$R_d = 0,85 * \frac{20,64N}{mm^2} * 4 * 4248mm^2 = 298kN$$

**298kN > 241kN → VERIFICA**

#### VIII.1.8.4.2 Eje Ideal

Si adoptamos como ángulo  $\alpha = 60^\circ$ ,

$$\tan \alpha = \frac{\frac{a}{2}}{(850mm - 2 * \frac{219,1mm}{2})} = \frac{\frac{a}{2}}{630,9 mm}$$

$$a = 2185,50 mm$$

Siendo  $a$  la distancia entre barras diagonales y  $\alpha$  el ángulo entre cordones y diagonales, lo cual se aprecia en la Figura VIII-36.

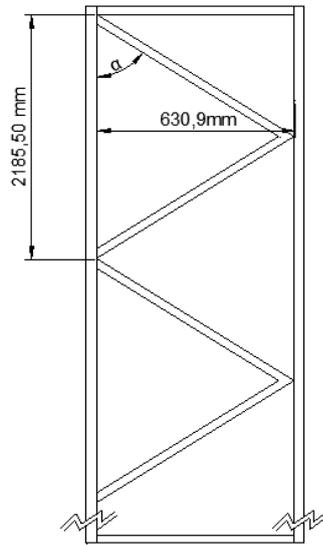


Figura VIII-36: Dimensiones laterales de columnas.

Como la unión entre cordones y diagonales se ejecutará mediante bulones en uniones con ajuste sin juego, el Reglamento CIRSOC 301-EL establece el cálculo de la esbeltez modificada  $\lambda_m$ , que se calcula:

$$\left(\frac{k * L}{r}\right)_m = \sqrt{\left(\frac{k * L}{r}\right)_0^2 + \left(\frac{a}{r_i}\right)^2}$$

$\left(\frac{k * L}{r}\right)_0^2$  : Esbeltez de la columna actuando como unidad.

$\left(\frac{a}{r_i}\right)^2$  : Mayor esbeltez de una barra componente.

- $a=2185,50$  mm
- $r_i=75,9$  mm
- $k * L_y=1 * 18550 \text{ mm}=18550 \text{ mm}$

Entonces

$$\left(\frac{a}{r_i}\right)^2 = \left(\frac{2185,5 \text{ mm}}{75,9 \text{ mm}}\right)^2 = 829,12$$

Mientras que el radio correspondiente a la columna armada,  $r$ :

$$r = \sqrt{\frac{J_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{4 * [4820,36 \text{ mm}^4 + 4248 \text{ mm}^2 * (78,48 \text{ mm})^2]}{4 * 4248 \text{ mm}^2}} = 78,48 \text{ mm}$$

$$\text{distancia} = 75,3 \text{ mm} + \frac{6,35 \text{ mm}}{2} = 78,48 \text{ mm}$$

$$\frac{k * L}{r} = \frac{18550 \text{ mm}}{78,48 \text{ mm}} = 236,37$$

Por lo tanto

$$\left(\frac{k * L}{r}\right)_m = \sqrt{(236,37)^2 + 829,12} = 238,12$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda_m}{91,64} = \frac{238,12}{91,64} = 2,60$$

Como,

$$\lambda_c * \sqrt{Q} = 2,60 * \sqrt{1} = 2,60 > 1,5$$

Entonces,

$$F_{cr} = \left(\frac{0,877}{\lambda_c^2}\right) * F_y = F_{cr} = \left(\frac{0,877}{2,60^2}\right) * 235\text{MPa} = 30,49\text{MPa}$$

Y la resistencia de diseño  $R_d$  viene dada como:

$$R_d = \varphi * F_{cr} * A_g$$

$\varphi$  : 0,85, Factor de corrección por compresión.

$F_{cr}$ : Tensión crítica (N/mm<sup>2</sup>).

$A_g$ : Sección del tubo adoptado (mm<sup>2</sup>).

$$R_d = 0,85 * \frac{30,49\text{N}}{\text{mm}^2} * 4 * 4248\text{mm}^2 = 440\text{kN}$$

**440kN > 241kN → VERIFICA**

#### VIII.1.8.4.3 Verificación de esfuerzo de corte

El esfuerzo de corte para el cual deberán ser dimensionadas las diagonales, es igual a:

$$V = 0,02 * \varphi * P_n = 0,02 * P_d$$

$$V = 0,02 * 440\text{kN} = 8,8\text{kN}$$

#### ❖ Esfuerzo en la diagonal comprimida

$$N_{\text{diagonal}} = \frac{V}{2 * \sin \alpha}$$

$$\sin \alpha = \frac{630,9\text{mm}}{1261,8\text{mm}} = 0,5$$

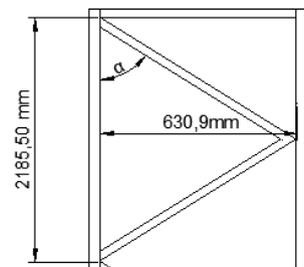
$$L_d = \sqrt{\left(\frac{2185,5\text{mm}}{2}\right)^2 + (630,9\text{mm})^2} = 1261,8\text{mm}$$

Entonces

$$N_{\text{diagonal}} = 8,8\text{kN}$$

Para materializar las diagonales se utilizarán tubos de:

- Diámetro: 50,8 mm
- Espesor: 2 mm
- Área: 3,47 cm<sup>2</sup>
- Radio de giro: 1,73 cm
- Longitud del cordón: 1,262m



$$\lambda_c = \frac{k * l}{\pi * r} * \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

En este caso el valor de k debe estar comprendido entre 0,75 y 1, de modo de aceptar que las diagonales están contenidas entre los cordones.

$$\lambda_c = \frac{k * l}{\pi * r} * \sqrt{\frac{F_y}{E}} = \frac{\lambda}{91,64} = \frac{1262 \text{ mm}}{17,3 * 91,64} = 0,8$$

Como,

Como,

$$\lambda_c * \sqrt{Q} = 0,8 * \sqrt{1} = 0,8 \leq 1,5$$

Entonces,

$$F_{cr} = Q * (0,658^{Q * \lambda_c^2}) * F_y = (0,658^{0,8^2}) * 235 \text{ MPa} = 179,8 \text{ Mpa}$$

Y la resistencia de diseño Rd viene dada como:

$$R_d = \varphi * F_{cr} * A_g$$

$\varphi$  : 0,85, Factor de corrección por compresión.

Fcr: Tensión crítica (N/mm<sup>2</sup>).

Ag: Sección del tubo adoptado (mm<sup>2</sup>).

$$R_d = 0,85 * \frac{179,8 \text{ N}}{\text{mm}^2} * 347 \text{ mm}^2 = 53 \text{ kN}$$

**53kN > 8,8kN → VERIFICA**

#### ❖ Esfuerzo en la diagonal traccionada

En primer lugar se calcula la fluencia en la sección bruta, dada por:

$$\varphi * A_g * F_y = 0,85 * 347 \text{ mm}^2 * 235 \text{ MPa} = 69,31 \text{ kN}$$

Valor que está muy por encima del requerido.

#### VIII.1.8.4.4 Corte en los bulones

Para materializar la unión se emplearan 2 bulones ISO 8.8 de 12 mm de diámetro separados 7 cm.

El esfuerzo de corte que deberá resistir cada uno viene dado por la expresión:

$$\sum \gamma_i * Q_i = \frac{V * S}{J}$$

Recordando que el esfuerzo de corte por diagonal, V=8,8kN y que se usan para las diagonales, tubos de:

- Diámetro: 50,8 mm
- Espesor: 2 mm
- Área: 3,47 cm<sup>2</sup>

- Radio de giro: 1,73 cm
- Longitud del cordón: 1,262m
- S: 3,60cm<sup>3</sup>
- J:18,29 cm<sup>4</sup>

Se efectúan los cálculos correspondientes:

$$\sum \gamma_i * Q_i = \frac{V * S}{J} = \frac{8,8kN * 3,60cm^3 * 7cm}{18,29cm^4} = 12,12kN$$

La Resistencia de diseño de bulones cuando la rosca está excluida de los planos de corte viene dada por:

$$Rd = 0,75 * m * Fv * Ab * 10^{-1}$$

Siendo,

m: Número de planos de corte.

Fv: Tensión nominal de rotura según CIRSOC 301-EL.

Ab: área del bulón.

$$Rd = 0,75 * 1 * 415MPa * \frac{\pi * 12mm^2}{4} * 10^{-1} = 35,20kN$$

**35,20kN > 12,12kN → VERIFICA**

#### VIII.1.8.4.5 Resistencia de diseño al aplastamiento del tubo

En este caso se debe empezar verificando que Le, distancia al borde de la barra cumpla con la condición:

$$Le > 1,5 * d$$

$$Le > 1,5 * 12mm = 18mm$$

Nuestro Le debe ser mayor que 18mm, entonces proponemos un Le de 25mm (Figura VIII-37).

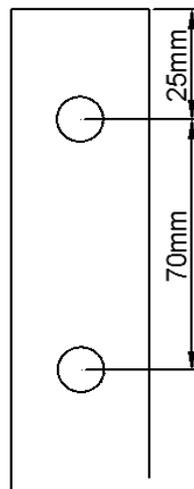


Figura VIII-37: Distancia del bulón al borde del tubo.

Entonces la longitud crítica de aplastamiento,  $L_c$  será:

$$L_c = (95\text{mm} - 1,5 * 12\text{mm}) = 77\text{mm}$$

Calculamos la resistencia de diseño al aplastamiento de la chapa (en este caso nuestro tubo) para un bulón en una unión con agujeros normales, holgados u ovalados, cuando la deformación alrededor del agujero para cargas de servicio no está permitida:

$$R_d = \varphi * 1,2 * L_c * t * F_u * 10^{-1}$$

$$R_d = 0,75 * 1,2 * 77\text{mm} * 2\text{mm} * 370\text{MPa} = 51,28\text{kN}$$

Valor que está también muy por encima del que afecta a la barra.

## VIII.1.9 Fundaciones

### VIII.1.9.1 Selección del tipo de cimentaciones y bases

A continuación se detallan los Factores que determinan el tipo de Cimentación según el libro “Ingeniería de Cimentaciones” de Peck-Hanson-Thornburn (2ª Edición).

El tipo de cimentación más adecuado para una estructura dada depende de varios factores, como son la función que deberá desempeñar, las cargas que deberá soportar, las condiciones del sub-suelo y el costo de la cimentación comparado con la superestructura. Si bien pueden ser necesarias otras consideraciones éstas son las principales.

Debido a la relación existente entre estos factores, usualmente pueden llegar a obtenerse distintas soluciones a un mismo problema de cimentación. Por lo tanto, el criterio es una parte fundamental en el proyecto de cimentación.

Para elegir el tipo de cimentación se siguen los siguientes pasos:

1. Obtener información con respecto a la naturaleza de la superestructura y de las cargas que se van a transmitir a las cimentaciones.
2. Determinar las condiciones y características del sub suelo en forma general.
3. Considerar brevemente cada uno de los tipos de fundaciones, para juzgar si pueden materializarse en las condiciones prevalecientes; si serán capaces de soportar las cargas necesarias, y si pudieran experimentar asentamientos perjudiciales. En esta etapa preliminar eliminar los tipos evidentemente inadecuados.
4. Realizar estudios más detallados de las alternativas más prometedoras. Para esto será necesario información adicional con respecto a las cargas y condiciones del sub suelo, y deberá extenderse lo suficiente para determinar el tamaño y diseño de las zapatas o pilas, o la longitud aproximada y número de pilotes necesarios. Además será necesario hacer estimaciones más refinadas de los asentamientos, para predecir el comportamiento de la estructura.

Luego serán analizados los tres últimos puntos descriptos anteriormente con relación a la implantación de proyecto. Teniendo en cuenta lugar de emplazamiento y las características principales del suelo a fundar como así las cargas que se deberán transmitir desde la superestructura al terreno de fundación.

### VIII.1.9.2 Condiciones y características del suelo

Los suelos que se encuentran en la zona correspondiente al departamento de Gualeguaychú en su mayoría son del tipo Vertisoles (suelos arcillosos) y Endisoles (suelos arenosos).

Los primeros son aquellos suelos, generalmente negros, en donde hay un alto contenido de arcilla expansiva conocida como montmorillonita que forma profundas grietas en las estaciones secas. La contracción y expansión de las arcillas del Vertisol daña construcciones y carreteras, obligando a costosas realizaciones y mantenimientos.

Mientras que los Entisoles son suelos recientes que se dan en planicies de inundación u otros depósitos recientes. En general muestran estratificación pero escasa horizontación. Por estar formados en sedimentos recientes, muestran la estratificación original del sedimento. Los estratos pueden ser lo suficientemente gruesos para ser vistos en el campo, o con microscopio si son finos.

### **VIII.1.9.3 Tipos de Fundaciones**

Con el objetivo de evaluar el tipo y características del tipo de fundación más conveniente para el proyecto según el libro “Diseño básico de hormigo estructural” (Orler-Donini. Segunda edición.), se requiere un análisis previo de las condiciones más desfavorables del suelo a fundar, como:

- Suelo.
- Nivel freático.
- Equipos disponibles para ejecutar las fundaciones en la zona.
- Edificios linderos.
- Otros.

Compatibilizando estos diferentes puntos descriptos se puede lograr un diseño seguro y económico.

Existen dos tipos de fundaciones principales que pueden materializarse a los fines de transmitir la carga de la superestructura al suelo resistente:

- Fundaciones Directas.
- Fundaciones Indirectas.

#### **VIII.1.9.3.1 Fundaciones Directas**

Son aquellas que se apoyan en las capas superficiales o poco profundas del suelo, por tener éste suficiente capacidad portante o por tratarse de construcciones de importancia secundaria y relativamente livianas. En este tipo de cimentación, la carga se reparte en un plano de apoyo horizontal. El tipo más empleado es el de Base individual o aislada.

La base individual o aislada suele utilizarse en casos de presiones mayores a los 1,0 kg/cm<sup>2</sup> a profundidades normales, cuando el estrato resistente del suelo se ubica a poca profundidad y el suelo es homogéneo. Además es importante destacar que se trabaja por sobre el nivel freático.

Su forma es tronco piramidal, y puede o no requerir encofrado, dependiendo del volumen de la misma. Se las sub-clasifica en:

- Base centrada: en caso de columnas centradas.
- Base excéntrica: en caso de columnas sobre eje medianero.
- Base doblemente excéntrica: es el caso de columnas ubicadas sobre equina de dos ejes medianeros.

Particularmente en este proyecto de cimentación no se tienen dificultades sobre límites medianeros, por lo que se ejecutarán bases centradas en caso de elegirse fundaciones directas como las más convenientes.

En función de los resultados obtenidos sobre el estudio de suelo, se definen las tensiones admisibles de trabajo en contacto suelo-base, a fin de garantizar una adecuada seguridad contra la falla del mismo (hundimiento) y evitar asentamientos diferenciales que ocasionen daños en la estructura.

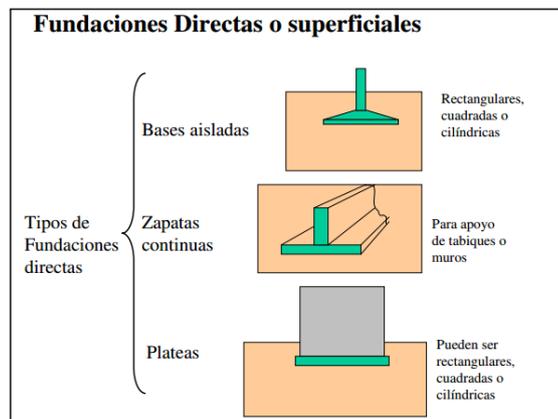


Figura VIII-38: Fundaciones Directas.

#### VIII.1.9.3.2 Fundaciones indirectas

Cuando la capacidad portante de los estratos superiores del suelo no es adecuada, o bien el nivel freático se encuentra próximo a la superficie y el suelo a dicho nivel no es apto para fundar, o eventualmente, las acciones horizontales y consecuentemente los momentos son importantes, se suele emplear un sistema de fundación indirecta. El mismo se encuentra constituido por elementos de gran longitud denominados pilotes, que transmiten la carga de la superestructura a los estratos aptos. Los pilotes transmitirán al terreno los mencionados esfuerzos básicamente mediante dos mecanismos:

- 1- Fricción (en el caso de limos o arcillas).
- 2- Punta (para el caso de rocas, gravas densas u otras).

El elemento de vinculación entre las columnas o tabiques de la superestructura y los pilotes, se lo denomina cabezal.

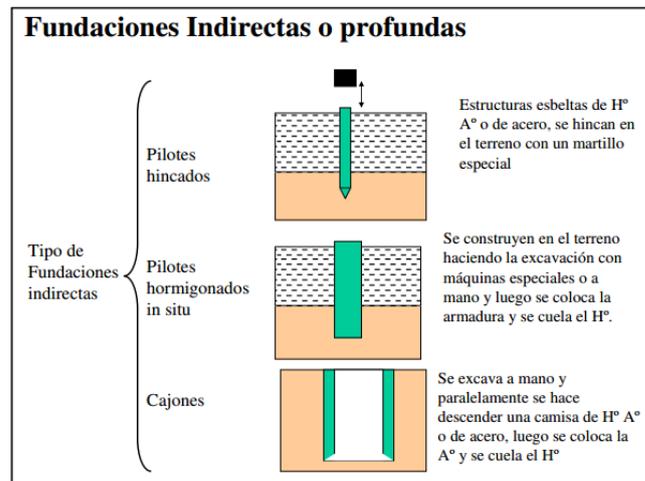


Figura VIII-39: Fundaciones Indirectas.

- **Aspectos generales referidos al diseño de cabezales y pilotes**

En función de la capacidad de carga individual de los pilotes, definida por el especialista en mecánica de los suelos, y de la carga total a transmitir de parte de la columna, se determina la cantidad de pilotes requerida y por tanto las dimensiones del cabezal.

A fin de distribuir de una forma uniforme la carga incidente de la columna en cada uno de los pilotes, se diseña en general con una importante rigidez. Asimismo, con el fin de minimizar el costo del cabezal se trata de ubicar los pilotes lo más cercanos posible uno de otros, en tanto esto debe ser compatible con las condiciones de hinca de los mismos y de su adecuado funcionamiento. En general, la separación mínima entre pilotes es de 3 veces el diámetro del pilote.

- **Diseño y dimensionamiento de cabezales**

Como referencia, podemos decir que los cabezales tienen un espesor que es función de la distancia entre los pilotes, de manera tal que se pueda materializar un mecanismo de transmisión de fuerzas tipo biela, es decir, bielas de compresión inclinadas entre la columna y los pilotes. Las componentes horizontales de estas bielas se absorben mediante armaduras que actúan como tensores. Esta armadura se dispone preferentemente sobre los pilotes, y está fuertemente comprimida en dirección vertical en la zona ubicada por encima de los mismos (Figura VIII-31).

Estudios experimentales demuestran que el esquema de transmisión de fuerzas, tiene aplicación cuando el ángulo formado por estas y la dirección horizontal es de 45°. Para inclinaciones menores a 40°, es conveniente considerar al cabezal flexible. De tener

grandes separaciones entre pilotes, debería colocarse armadura inferior en la zona entre los mismos, dado que parte de las bielas de compresión comprimen dicha armadura hacia abajo, colocándose en tal caso una armadura de suspensión tipo estribos.

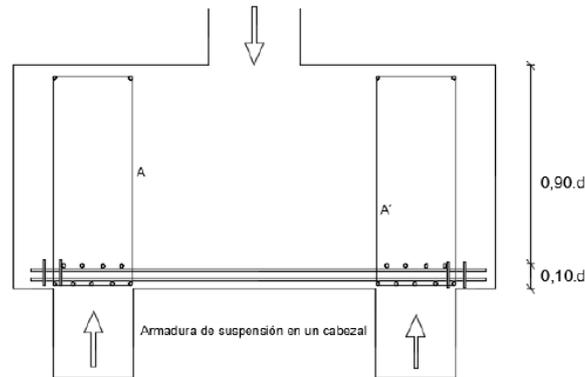


Figura VIII-40: Fundaciones Indirectas.

- **Cabezales con varios pilotes**

Cuando el número de pilotes es importante, el cabezal adquiere grandes dimensiones en planta y en tal caso, ya no es factible calcularlo con los conceptos anteriores, dado que ello requiera de una altura útil  $d$  elevada. En estos casos, se calcula el cabezal a flexión, verificando corte y punzando.

Como comentario final se agrega la importancia de tener en cuenta el efecto del grupo de pilotes próximos y la distancia entre los mismos con relación a la resistencia total y los asentamientos posibles de producirse. Prakash y Sharma (1990) demostraron el efecto de la separación de los pilotes sobre el módulo del suelo. Comprobaron que cuando las separaciones entre pilotes son mayores que 8 veces el ancho del pilote los pilotes vecinos no afectan el módulo del suelo o la capacidad de pandeo. Sin embargo, para separaciones iguales a 3 veces el ancho del pilote el módulo efectivo del suelo se reduce al 25% del valor aplicable a un pilote individual. Para separaciones intermedias los valores se pueden estimar por interpolación.

#### VIII.1.9.4 Diseño de pilotes

Como ya fue mencionado, en la zona hay presencia de suelos vertisoles y entisoles, los cuales poseen arcillas y sedimentos en su composición lo que provoca que la capacidad portante de los mismos no sea adecuada para la ejecución de fundaciones superficiales. Por este motivo se determinó que las fundaciones del SUM se realicen mediante pilotes.

#### VIII.1.9.4.1 Cálculo del cabezal

Para el dimensionado se tuvo en cuenta las medidas consideradas en “Apuntes de fundaciones” (Proyecto Estructural, U.N.L.P, Ing. Horacio Delaloye), proporcionado por la cátedra Cimentaciones de la UTN FRCU.

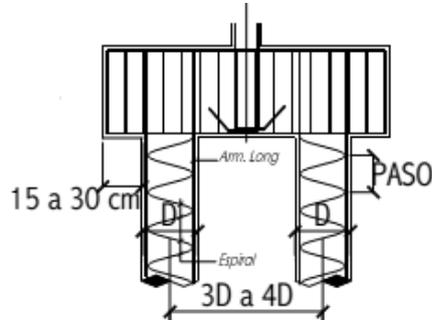


Figura VIII-41: Medidas consideradas en el cálculo de un cabezal de pilote.

Se realiza el cálculo sobre las columnas de mayores solicitaciones y luego se adopta el diseño del cabezal para todas las bases.

Datos: esfuerzos sobre C1, C3, C6, C8.

- $N=241\text{kN}=24\text{ t}$
- Peso propio de la columna: 15kN

Por lo tanto el esfuerzo total que recibe la el cabezal:  $241\text{kN}+15\text{kN}=256\text{kN}$

#### VIII.1.9.4.1.1 Esquema de pilote

Se adopta un cabezal con dos pilotes de 30 cm de diámetro. Las dimensiones del mismo pueden observarse en la Figura VIII-42.

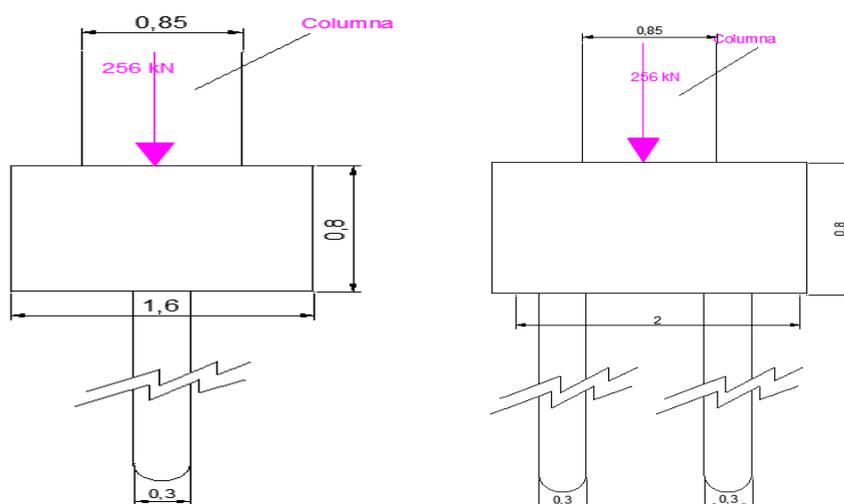


Figura VIII-42: Medidas del cabezal y del pilote.

### VIII.1.9.4.1.2 Esquema de cabezal

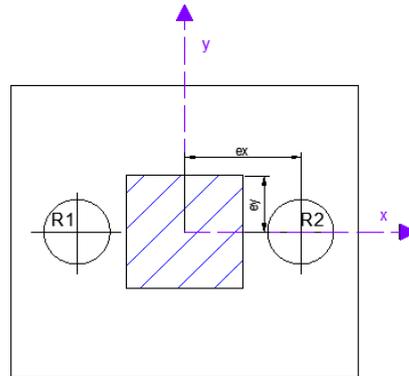


Figura VIII-43: Esquema del cabezal en planta.

### VIII.1.9.4.1.3 Esfuerzos en pilotes

El esfuerzo en ambos pilotes será el mismo pues solo tenemos un esfuerzo normal transmitido por la columna que:

$$R_1 = \frac{256\text{kN}}{2} = 128\text{kN} = 13,06\text{ t}$$

$$R_1 = \frac{256\text{kN}}{2} = 128\text{kN} = 13,06\text{ t}$$

### VIII.1.9.4.1.4 Cálculo de armadura por flexión (a tracción)

Los momentos respecto a ejes coincidentes con los ejes coordenados, llamando 1-1 al que coincide con el eje x y 2-2 al coincidente con el eje y.

$$M_{1-1} = (R_1) * e_y = (128\text{kN}) * 0,275\text{m} = 35,2\text{ kNm} = 3,6\text{tm}$$

$$M_{2-2} = (R_2) * e_x = (128\text{kN}) * 0,45\text{m} = 57,6\text{ kNm} = 5,88\text{tm}$$

$$T_1 = \frac{M_y}{0,85 h} = \frac{5,88\text{tm}}{0,85 * 0,8\text{m}} = 8,65\text{ t}$$

$$A_{s1} = \frac{T_y}{\frac{\beta_s}{1,75}} = \frac{8,65\text{t}}{4,2 \frac{\text{t}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{1}{1,75}} = 3,60\text{ cm}^2$$

Cubrimos  $A_{s1}$  con  $4 \phi 12$ , resultando  $A_{s1} = 4 * 1,13\text{ cm}^2 = 4,52\text{ cm}^2$

Se tuvo en cuenta el M1 para el cálculo de la armadura principal a flexión ya que es el generado por la mayor fuerza reactiva de los pilotes. Por lo tanto se consideró la armadura  $A_{s1}$  en las dos direcciones.

Además se colocó esta misma armadura en la parte superior considerando que el momento flector se invierte al quedar traccionados los pilotes R1 y R2 (ver detalles de armadura en Plano VIII.1).

#### VIII.1.9.4.1.5 Dimensionado a corte

$$\tau = \frac{2 * R_1}{b * (0,85 * h)} = \frac{2 * 13060\text{kg}}{160\text{cm} * (0,85 * 80\text{cm})} = 2,40 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Entrando con el valor de  $\tau$  a la tabla T.57 del “Manual de Cálculo de Estructuras de Hormigón armado” Pozzi Azzaro, determinamos que:

$\tau < \tau_{012}$  Por lo tanto no se requiere armadura adicional para el corte.

#### VIII.1.9.4.1.6 Resistencia de diseño del pilote

Considerando que el suelo en el lugar de fundación es una arcilla consolidada, los pilotes trabajarán solo por fricción.

La arcilla tiene en promedio un  $q_u = 1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

La resistencia total de cada pilote es

$$Q_T = \alpha * \varphi * \pi * L_p * c$$

Siendo:

- $\alpha$ : coeficiente de reducción que tiene en cuenta la perturbación debido a la hinca en la arcilla. Se adopta  $\alpha = 0,95$ , valor obtenido del gráfico del libro “Ingeniería de Cimentaciones” de Peck-Hanson.

$$c = \frac{q_u}{2} = 0,5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Por lo tanto:

$$Q_T = \alpha * \varphi * \pi * L_p * c = (0,95) * 30\text{cm} * \pi * 800\text{cm} * 0,5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 35814,16\text{kg}$$

Inferimos que la capacidad del pilote es adecuada ya que del análisis se obtuvo para el pilote más solicitado (a compresión) una carga de 13060kg. Con lo cual podría disminuirse su longitud o diámetro.

#### VIII.1.9.4.1.7 Resistencia de Diseño para pilote traccionado

Se considera que la resistencia a fricción negativa es de alrededor del 70% de la fricción positiva. Por lo que a continuación verificaremos cual es la carga máxima a tracción que soporta el pilote con las medidas propuestas.

$$Q_{\text{tracción}} = \alpha * \varphi * \pi * L_p * c = (0,7) * (0,95) * 30\text{cm} * \pi * 800\text{cm} * 0,5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 25069\text{kg}$$

Valor que está por encima de los 13060kg, máxima tracción en el pilote R2. Por lo tanto los mismos soportan dicha acción.

## **VIII.2 Pliego de Especificaciones Técnicas**

A continuación se presenta un pliego de especificaciones técnicas de todos los aspectos constructivos que hacen al proyecto del SUM.

### **VIII.2.1 Generalidades**

Todos los trabajos que se especifiquen en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas deben ser ejecutados con esmero y dedicación, siendo la Dirección de Obras quien tendrá atribución para su aprobación o rechazo.

Para los rubros que no incluyeran estas Especificaciones Técnicas, debe tomarse como válido lo indicado en el pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la Ciudad de Gualeguaychú.

### **VIII.2.2 Trabajos Preliminares**

El predio cuenta con agua potable, desagües cloacales y red eléctrica. Además tiene buen acceso desde las calles perimetrales como ya ha sido comentado en el Anteproyecto N°1.

En lo que respecta a trabajos preliminares, se deberá cumplir con lo establecido a continuación para rubros tales como obrador, limpieza, cartel de obra, entre otros.

#### **VIII.2.2.1 Limpieza y nivelación del terreno**

Antes de iniciar la obra, se procederá a la limpieza y nivelación del terreno garantizando la remoción de la capa vegetal y de todo el material inadecuado en la superficie del terreno, para garantizar la estabilidad estructural de la obra y la correcta ejecución de la misma.

Se realizará el desmonte y terraplenamiento necesario para llevar el terreno a las cotas establecidas de proyecto. Para los terraplenamientos se podrá usar la tierra de los desmontes y excavaciones siempre que resulten limpias, secas, sin cascotes, sin piedras o restos vegetales perjudiciales. Se efectuarán por apisonamiento y riego abundante. Los mantos de tierra negra serán previamente desmontados.

#### **VIII.2.2.2 Obrador**

Se ejecutará el obrador de dimensiones adecuadas, para acopio de materiales, considerando para su ubicación los accesos para vehículos de carga y descarga; cumpliendo todas las disposiciones contenidas en el Código de Edificación de la Ciudad de Gualeguaychú.

Dicha construcción se realizará con materiales apropiados, con aislaciones y terminaciones ejecutadas de acuerdo a las funciones que en ellos se desarrollen. Los accesos a estos locales, contarán con dispositivos de seguridad y timbre en el local del sereno, debiendo el Contratista mantener durante el transcurso de obra personal encargado de las tareas de control y

custodia de los elementos dispuestos en obra. Para dichos locales el Contratista, proveerá la conexión y provisión de energía eléctrica y agua. Las vallas podrán ejecutarse con tablas de madera cepillada, placas metálicas lisas o cualquier otro material que responda a este fin.

El Obrador mínimo deberá contar con un depósito para materiales, herramientas y equipos, como así también los espacios destinados al uso del personal de obra. Además contará con un lugar de acopio de varillas de hierro bajo cubierta, para evitar oxidación.

El agua a utilizar para la Obra será obtenida y costeadada por el contratista, a cuyo cargo estará el pago de todos los derechos que correspondieren por ese concepto, sin derecho a reembolso.

Se deberán instalar los sanitarios provisorios para el personal de obra, guardando las condiciones de salubridad según lo indican el Convenio Colectivo de Trabajo 76/75 y el Decreto 911/96.

### **VIII.2.2.3 Cartel de Obra**

El Contratista, y a su exclusivo cargo, proveerá un cartel de obra que responderá en dimensiones y texto al modelo que suministrará la Dirección de Obras.

### **VIII.2.2.4 Vallado**

Previo a la instalación del obrador, el terreno deberá tener su perímetro completamente cercado con un cierre provisorio, de tal manera de resguardar adecuadamente los materiales y equipos de la obra, y de velar por la seguridad de las personas ajenas a la obra. Cualquiera de las opciones adoptadas deberá respetar lo contemplado por el Código de Edificación de la Ciudad de Gualeguaychú.

### **VIII.2.2.5 Demoliciones**

Los trabajos de demoliciones se ejecutarán respetando lo mencionado en el Código de Edificación de la Ciudad de Gualeguaychú y de acuerdo a las indicaciones de la Dirección de Obra, asumiendo el Contratista la total responsabilidad respecto a toda infracción en la que pudiera incurrir.

El Contratista demolerá todas las construcciones existentes sobre o debajo de la superficie del terreno, que puedan afectar la realización o buena marcha de la obra. Siendo de su exclusiva responsabilidad los daños que se pudieran ocasionar en construcciones linderas o personas ajenas a la obra.

Se procederá a retirar los escombros, las carpinterías, revestimientos, como también todo aquello que no se adecue a las necesidades del nuevo proyecto.

El Contratista deberá extraer todas las instalaciones existentes (pluviales, provisión de agua, eléctricas, etc.) dejando el sector en condiciones aptas para la posterior ejecución de la Obra.

#### **VIII.2.2.6 Movimiento de Suelos**

Antes de iniciar la obra, la Contratista descombrará, destroncará y fumigará maleza, raíces, cuevas, y hormigueros que existan en el terreno. Si hubiera pozos negros, aljibes, cámaras sépticas y/o cualquier otro elemento, se desagotarán previamente y se desinfectarán a medida que se vayan cegando con tierra apisonada y capas alternadas de cal viva.

Los árboles del predio como asimismo los linderos que interfieran en los trabajos o pudieran considerarse como perjudiciales para la conservación de cimientos y mamposterías de elevación del edificio a desarrollar, serán retirados (previa autorización), incluso sus raíces, o conservados de acuerdo a lo que indique el proyecto o la Dirección de Obra. Realizadas estas tareas, se nivelará el terreno, procediendo a realizar los desmontes y excavaciones necesarias, dejando apto el mismo para su amojonamiento y replanteo.

La nivelación necesaria en el predio será obligación del Contratista, quien realizará el desmonte y terraplenamiento necesario para llevar el terreno a las cotas establecidas de proyecto. Para los terraplenamientos se podrá usar la tierra de los desmontes y excavaciones siempre que resulten limpias, secas, sin cascotes, sin piedras o restos vegetales perjudiciales. Se efectuarán por apisonamiento y riego abundante. Los mantos de tierra negra serán previamente desmontados y reservados en lugares que indique la inspección para su ulterior utilización como capa superior en jardines o lugares convenientes.

El terreno de la obra se regularizará en la medida necesaria para obtener un alejamiento efectivo del agua de lluvia. Los excedentes deberán ser retirados del predio, quedando esta tarea a cargo del Contratista.

##### **VIII.2.2.6.1 Relleno y Parquización**

Sobre la totalidad del terreno libre que quede limitado por el cerco perimetral se colocará un manto de tierra negra de 0,20m en el cual se sembrará césped, si es que no lo tuviera. Acordando con la Inspección el tipo de césped y la zonificación de planteros o espacios para árboles. En canteros o espacios reducidos se deberá colocar césped en panes.

##### **VIII.2.2.6.2 Excavaciones de bases y cimientos**

Las excavaciones en general se efectuarán en forma manual o mecánica, apartando cuidadosamente los mantos de tierra vegetal para su posterior utilización. Se incluyen todas las tareas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos, tales como entubamientos,

apuntalamientos provisionarios, drenajes, etc., y el retiro de los excedentes de suelo que no se utilicen en los rellenos. No podrá iniciarse excavación alguna sin la autorización previa de la Inspección.

Todo excedente de excavación que supere las pautas de cómputo no será reconocido por la repartición, quedando su costo a cargo del Contratista, como asimismo los volúmenes adicionales de rellenos que deban efectuarse.

La profundidad de las excavaciones será la indicada en los planos correspondientes, al igual que el nivel cero de la obra.

Todos los materiales aptos, producto de las excavaciones, serán utilizados en la formación de terraplenes, banquetas, rellenos y en todo otro lugar de la obra indicado en los planos o por la Inspección de Obra. Los depósitos de materiales deberán tener apariencia ordenada, no dar lugar a perjuicio en propiedades vecinas, no ocasionar entorpecimientos innecesarios a la marcha de los trabajos, como así tampoco al libre escurrimiento de las aguas superficiales, ni producir cualquier otra clase de inconveniente que a juicio de la Inspección de obra debiera evitarse

Durante la ejecución se protegerá la obra de los efectos de la erosión, socavaciones, etc., por medio de cunetas o zanjas provisionarias. Los productos de los deslizamientos o desmoronamientos deberán removerse y acondicionarse convenientemente en la forma indicada por la Inspección de Obra.

El Contratista deberá tomar todos los recaudos necesarios para evitar la inundación de las excavaciones, ya sea por infiltraciones o debido a los agentes atmosféricos, debiendo realizar todas y cada una de las tareas u obras provisionarias a tal fin. De ocurrir estos hechos, el Contratista deberá proceder a desagotar en forma inmediata, por lo que deberá mantener permanentemente en obra los equipos necesarios para tales tareas.

Al llegar al nivel de fundación las excavaciones deberán ser perfectamente niveladas.

Luego de realizadas las excavaciones para fundaciones de hormigón armado, se procederá a ejecutar una capa de hormigón de limpieza de espesor mínimo 5 cm y calidad mínima H-8, en forma inmediata a la conclusión de cada excavación. Si ocurriese un anegamiento previo a la ejecución de esta capa de hormigón, y como consecuencia de la presencia de agua el Inspector apreciara un deterioro del suelo, podrá ordenar al Contratista la profundización de la excavación hasta encontrar suelo firme. Estarán a cargo del Contratista los gastos originados por estas tareas y los que deriven de ellas.

Una vez ejecutadas los trabajos necesarios de fundaciones u otros, se procederá al relleno y compactación de las excavaciones, realizándose mediante capas sucesivas de 20 cm de suelo humedecido de la misma calidad mencionada en el inciso VIII.1.8.3.1.

### VIII.2.3 Hormigón Armado

Todos los trabajos de hormigón armado se ejecutarán de acuerdo a lo establecido por el Reglamento CIRSOC 201-2005 y lo especificado en este pliego. Siendo el contratista el único responsable por la correcta ejecución de la estructura.

Se deberán respetar las cotas que se indican en planos, y todo aquello que haga a los lineamientos del proyecto.

Los materiales a utilizar en la preparación de los diversos tipos de hormigón reunirán las siguientes características:

- Cemento portland normal: el cemento que se empleará en las obras será "cemento portland artificial normal" de marca aprobada por Organismos Específicos y dará estricto cumplimiento a las condiciones establecidas en la norma IRAM 50000. Para autorizar el empleo del cemento será indispensable un estacionamiento máximo de un mes, a cuyo efecto el Contratista deberá probar a la inspección tal requisito. Si fuese necesario almacenar el cemento, el Contratista deberá depositarlo en galpón o recinto cerrado bien protegido de la humedad e intemperie y apilado convenientemente en bolsas. Los cementos de distintas fábricas serán utilizados independientemente.

- Agua para morteros: El agua que se empleará para mezclar y curar el hormigón y para lavar los agregados, cumplirá las condiciones establecidas en la Norma IRAM 1601 y el Reglamento CIRSOC 201-2005.

- Agregado fino para morteros y hormigones: Con la denominación de agregado fino para Morteros y Hormigones se designa a las arenas naturales y artificiales. En la obra se utilizará arena extraída de río, en forma preferencial. Se dará preferencia a las de origen silicio. Las características exigibles principales del agregado fino a utilizar serán: a.- El agregado fino estará constituido por arena natural de partícula redondeada o por una mezcla de ésta con artificial (triturada) en proporciones aconsejadas en Normas vigentes y con la calidad exigida en las mismas; b.- Se tendrán en cuenta según las normas mencionadas, los tenores máximos admisibles de sustancias perjudiciales, materia orgánica y nocivas contenidas en la arena; c.- La Inspección ante indicios de existencia de las sustancias mencionadas en el apartado b.-, en cantidades apreciables, hará efectuar análisis de calidad en Organismo competente a través del Contratista o, de estimarlo suficiente un lavado previo a su uso; d.- La misma tesitura podrá adoptar la Inspección respecto a la granulometría adecuada del agregado fino (arena), en cuanto a la determinación de la arena apta para hormigón a emplear en cada sector característico de la obra.

- Agregado grueso para hormigón: El agregado grueso estará constituido por roca triturada, gravas naturales, enteras o trituradas de naturaleza granítica, areniscas, cuarcíticas, etc. que respondan a las condiciones establecidas en esta especificación. Las características exigibles

principales del agregado grueso a utilizar serán: a.- El agregado grueso estará constituido por grava (canto rodado), grava partida, roca partida, o por mezcla de dichos materiales con los requisitos que establecen la Norma CIRSOC 201; b.- Se tendrán en cuenta las Normas mencionadas, los tenores máximos admisibles de sustancias perjudiciales, materia orgánica y nocivas contenidas en el agregado grueso; c.- El inspector podrá adoptar los criterios fijados en el incisos c.- y d.- del agregado fino, para el agregado grueso.

La composición y condiciones de resistencia cilíndrica mínima deberán ser fijadas según la clase de hormigón H-30. La Inspección podrá determinar según su aplicación, ajustes según lo estime necesario y/o conveniente para la obra, de la composición del hormigón.

El Contratista deberá tomar todos los recaudos para el acopio de materiales necesarios para la preparación del hormigón de las distintas etapas. Será obligatorio el uso de mezcladora mecánica. En la elaboración deberá cumplirse en el orden de colocación de los componentes, volumen exigido de cada uno de ellos y el tiempo adecuado de amasado, sólo la Inspección podrá autorizar cambios sobre los mismos.

La Inspección fijará la proporción más adecuada para la relación agua cemento y determinará el valor del asentamiento según Normas (ensayos de asentamiento tronco-cono) y lo repetirá cuando lo estime necesario en el desarrollo de los trabajos.

Durante la preparación de los hormigones, la Inspección hará extraer al Contratista, probetas cilíndricas standard de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, las que después de fraguadas serán enviadas al laboratorio que indique la Inspección para el ensayo respectivo. Los gastos necesarios para la realización de los ensayos serán absorbidos por el Contratista.

Los encofrados serán de esmerada construcción y tendrán las dimensiones adecuadas para obtener las estructuras proyectadas, no deben sufrir deformaciones en ningún momento de la ejecución; tanto de los sectores secundarios como de los elementos principales.

Terminada la colocación de las armaduras y antes de iniciar las tareas de colocación del hormigón, deberá la Inspección dar la aprobación de la misma o decidir las modificaciones y/o implementaciones necesarias y finalmente la aceptación por escrito para que el Contratista inicie las tareas de hormigonado.

Se deberán observar estrictamente las tareas de humedecido previo de los encofrados; el uso de las mezclas dentro del menor tiempo posible, como máximo media hora; y deberá evitarse toda segregación de los componentes durante el transporte.

En la colocación deberán evitarse caídas libres mayores a 1,50 m, y deberá colocarse en capas horizontales cuyo espesor oscilará de 25 cm a 30 cm. Cuando el hormigón debe ser conducido por conductos, la inclinación de éstos no deberá ser mayor a 30° respecto de la horizontal, y deberá contar con tolva final. El apisonado será cuidadoso, para obtener una

distribución homogénea y compacidad, tanto si es a mano como mecánico, se colocarán en capas uniformes, evitando acumulación de volúmenes.

En la ejecución de las obras de hormigón debe evitarse la interrupción del colado, hasta que la etapa prevista no esté terminada, salvo que, por razones de fuerza mayor deban interrumpirse, oportunidad en que el Inspector decidirá el momento en que considere adecuado y disponiendo las condiciones para su posterior continuación.

Al volver a iniciar el trabajo, el Inspector dará las instrucciones para el tratamiento de la superficie del Hormigón que fuera interrumpido en su ejecución, sobre lechada de cemento a colocar y reiniciación del hormigonado.

Se deberá cuidar la estanqueidad de los encofrados, para evitar corrientes de agua y se prohibirá el uso de bombas dentro del mismo mientras se esté hormigonando y posteriormente hasta que se haya completado su fragüe.

Solo se permitirá hormigonar cuando la temperatura como mínimo sea de 5° C y vaya en ascenso y cuidar a posteriori las superficies expuestas de temperaturas menores a las expresadas por lo menos hasta 5 días después de su colocación.

Todas las obras de Hormigón deberán tener una buena linealidad de sus bordes como la homogeneidad de sus superficies. La Inspección dará las instrucciones que estime corresponder, en especial para los sectores visibles, inmediatamente después de efectuarse el desencofrado para subsanar deficiencias de terminación.

Las superficies de hormigón existentes a las cuales deba ligarse hormigón y las superficies de hormigón nuevo que hayan fraguado, serán consideradas como juntas de construcción.

Cuando la colocación del hormigón sea suspendida, deberán efectuarse los trabajos de preparación para anexar futuras obras, de manera de formar superficies lo suficientemente rugosas, y completamente limpias, debiendo proceder para esto, con la aplicación de cepillado y chorros de agua. Reanudado el trabajo, se limpiará perfectamente el hormigón colocado anteriormente, librándolo de materias extrañas o espuma de cemento con herramientas apropiadas y/o picándolo, si no fuera suficientemente irregular la superficie sobre la cual se vaciará el nuevo hormigón.

Antes del iniciado del hormigonado sobre la junta de construcción, se la mantendrá perfectamente mojada por espacio no menor de media hora y se extenderá, en toda su superficie un puente de adherencia con el aditivo Sika, o similar, correspondiente a hormigones de diferentes edades. Este puente de adherencia se repartirá uniformemente para cubrir las irregularidades de la superficie, y sobre él, antes de que haya experimentado su fraguado inicial, se colocará el hormigón.

La ubicación de las juntas de construcción deberá ser autorizada por la Inspección. Una vez endurecido el hormigón, se procederá a limpiar la superficie que deberá ponerse en contacto con el nuevo hormigón.

Todo hormigón colocado en obra será curado durante un lapso no menor de siete (7) días corridos, contados a partir del momento en que fue colocado.

El método, o combinación de métodos de curado adecuado a la estructura o a parte de ella, como así mismo los materiales que para ello se emplean, deberán haber sido previamente aprobados, por escrito, por la Inspección. Se aplicarán inmediatamente después de haberse colocado el hormigón, en forma tal de evitar el cuarteo, fisura y agrietamiento de las superficies y la pérdida de humedad, deberá ser evitada durante el tiempo establecido como período de curado.

El hormigón fresco deberá ser protegido contra la lluvia fuerte, agua en movimiento y rayos directos del sol. Así como también será convenientemente protegido contra toda acción mecánica que pueda dañarlo.

Durante la colocación, y durante todo el período de curado, las aguas y suelos agresivos del lugar, se mantendrán fuera de contacto con el Hormigón.

El desencofrado se efectuará en forma progresiva y con cuidados especiales, siguiendo las Normas y exigencias de la Inspección.

Se aceptará la provisión del Hormigón mediante elaboración externa, debiendo la contratista retirar y conformar las probetas de acuerdo a normas, en un todo de acuerdo a las indicaciones de la inspección. El pago de los ensayos de las probetas serán a cargo de la contratista, y los mismos serán realizados en laboratorio especializado y previamente aceptado por la Inspección.

El trabajo a realizar, de acuerdo a estas especificaciones comprenderá el suministro de materiales toda la mano de obra y equipos, y la ejecución de todos los trabajos necesarios para el suministro e instalación de las armaduras de acero en la obra, conforme lo indicado en los planos, de acuerdo al cálculo presentado y a esta especificación. Se aplicarán las normas IRAM para aceros estructurales. En los planos correspondientes se indicará la armadura a colocar.

El diseño de armaduras y las tareas de cortado, doblado, limpieza, colocación y afirmado en posición de las armaduras de acero se harán de acuerdo a las especificaciones del CIRSOC 201, a menos que se especifique otra cosa o se indique de otro modo en los planos.

Los aceros para armaduras deberán cumplir con las disposiciones contenidas en el CIRSOC y en las Normas IRAM 528 y 671 en todo lo que no se oponga a las presentes especificaciones.

Las dimensiones y conformación superficial de las barras serán las indicadas en las Normas IRAM citadas.

El acero será almacenado fuera del contacto del suelo, en lotes separados de acuerdo a su calidad, diámetro, longitud y procedencia, de forma que resulten fácilmente accesibles para su retiro e inspección.

El acero que ha sido cortado y doblado, antes de ser colocado, deberá limpiarse cuidadosamente, quitando la grasa, pintura y otros recubrimientos de cualquier especie que puedan reducir la adherencia.

El Contratista cortará y doblará el acero según lo indicado en los planos correspondientes. El corte será efectuado con sierra o cizalla. No se permitirá realizar soldadura en las armaduras de refuerzo, sin aprobación escrita de la Inspección. Se colocarán las barras con precisión y aseguradas en posición de modo que no resulten desplazadas durante el vaciado del hormigón. El Contratista podrá usar para soportar las armaduras, apoyos, ganchos, espaciadores metálicos y cualquier otro tipo de soporte metálico satisfactorio. Mediante autorización de la Inspección podrán usarse separadores prefabricados de hormigón. Los empalmes de barras se realizarán exclusivamente por yuxtaposición.

En el caso de utilizar armadura en malla de acero de alta resistencia soldada, se deberán seguir las siguientes especificaciones. Toda malla que hubiere sufrido alteración perjudicial en su diseño o resistencia será sustituida oportunamente conforme lo indique la Inspección. Si los paneles van a ser usados con fines resistentes estructurales, no se admitirá la provisión ni acopio en rollos. El acero para mallas, resistirá una prueba de doblado en frío, sobre un perno de diámetro igual a 5 veces el de la barra sin que se presenten fisuras.

Todo equipo, herramienta y maquinaria necesaria para la ejecución, transporte y colocación del hormigón de las obras deberá estar en buenas condiciones de uso.

### **VIII.2.3.1 Bases de Hormigón Armado para estructura metálica**

Comprende este ítem la ejecución de los pilotes de hormigón armado para soporte de la estructura metálica del SUM.

La ejecución de los pilotes se efectuará de acuerdo a las disposiciones que determine el plano de fundaciones y las que determine el presente documento, teniendo en cuenta las modificaciones que puedan surgir en función al estudio del suelo respectivo.

La Contratista dosificará la mezcla que utilizará para la confección del hormigón, empleando un contenido de cemento no menor de 350 kg/m<sup>3</sup> de hormigón, para obtener una calidad H-30 en probetas estándar, siempre referenciadas a los 28 días y a una esbeltez igual a dos, con un asentamiento de 8 a 12 cm.

Se emplearán armaduras compuestas por barras de acero conformadas, de dureza natural ADN 420/500; las que cumplirán con las exigencias de la Norma IRAM-IAS U 500-117.

Para asegurar un recubrimiento inferior mínimo de 10 cm se utilizarán separadores prefabricados plásticos o de hormigón.

### **VIII.2.3.2 Unión de columna a cabezal de pilotes**

La construcción y montaje se realizará con placa simple, siendo fundamental que la superficie de hormigón o mortero sobre la que se apoya la estructura metálica este perfectamente nivelada.

Para materializar el sistema de unión se hormigonará el cabezal dejando embebida en ella cuatro pernos de anclaje de acero calidad F-26, (equivalente a bolones ASTM A307), respetando la disposición de los planos.

Luego se colocarán las tuercas de nivelado con el objeto de obtener una base perfectamente horizontal, sobre la que se montan las columnas.

Posteriormente se vierte mortero a través de orificios practicados sobre la placa de base, procurando que el mismo fluya por los orificios y conseguir por presión hidrostática el perfecto llenado de la zona, hasta alcanzar los 5cm de espesor.

Una vez fraguado el mortero, se colocarán las tuercas y contratueras. Finalmente se inmovilizará la unión mediante soldadura o picado de la tuerca.

### **VIII.2.3.3 Vigas de Fundación**

Se ejecutarán vigas de fundación según lo indicado en el plano correspondiente. Se utilizará hormigón de calidad H-30 con un asentamiento de 8 a 12 cm y se emplearán armaduras compuestas por barras de acero conformadas, de dureza natural ADN 420/500; las que cumplirán con las exigencias de la Norma IRAM-IAS U 500-117, todo de acuerdo a cálculo.

El retiro de los encofrados se realizará luego de transcurridos tres días desde la fecha de hormigonado.

Deberán respetarse las condiciones mencionadas en este inciso, además de las detalladas para la ejecución de bases de hormigón armado.

### **VIII.2.4 Estructura Metálica**

La fabricación, provisión y montaje de todos los elementos metálicos necesarios para la construcción de la estereoestructura, y de las estructuras resistentes y de cerramiento estarán a cargo de la empresa proveedora de dicho sistema, que será subcontratada para dicho fin (FAPYN SA). La ejecución deberá realizarse en base a los planos y al cálculo estático correspondiente, y a toda otra documentación que sea entregada al contratista por la Dirección de Obra durante el transcurso de los trabajos en obra.

El contratista deberá prever la provisión de máquinas, equipos, herramientas e instrumental de medición acordes en calidad y cantidad con la magnitud de la obra a realizar.

En todos los aspectos atinentes a la construcción de las estructuras metálicas, preparación de los elementos estructurales, recepción y ensayos de materiales, confección de uniones, montaje, protección contra la corrosión y el fuego, controles de calidad, conservación de los medios de unión, estados de los apoyos, etc., serán de aplicación en primer término, los reglamentos, recomendaciones y disposiciones del CIRSOC 301, edición 2005, los que el contratista deberá conocer y respetar, y que pasarán a formar parte de estas especificaciones. Aceptándose la utilización de otros reglamentos sólo en forma supletoria y en tanto no contradigan a este Pliego. En esos únicos casos serán de aplicación las normas IRAM, DIN, ASTM, e INPRES-NAA.

En caso de discrepancia sobre interpretación de las normas y/o reglamentos, el criterio sustentado por la Dirección de Obra será de aplicación obligatoria.

Todo el material sin usar y los desechos resultantes del trabajo, junto con las herramientas, equipos e implementos usados para el mismo se retirará completamente del sitio una vez que concluya el trabajo especificado.

#### **VIII.2.4.1 Materiales**

Se emplearán únicamente materiales nuevos, los que no deberán estar herrumbrados, picados, deformados o utilizados con anterioridad con cualquier fin.

Los aceros a utilizar en la fabricación de estructuras metálicas objeto de este Pliego, serán de las calidades utilizadas por la empresa fabricante de los mismos, en este caso FPYM SA utiliza Acero ASTM 500 grado A (Límite de Fluencia 230 MPa y Resistencia a la Tracción 231MPa), a los que se le preparan las extremidades.

Las características del sistema adoptado están en el Anexo de este Proyecto.

#### **VIII.2.4.2 Fabricación**

Como ya fue establecido en el inciso VIII.1.8.4 la fabricación de los elementos que componen toda la estructura metálica del SUM así como también la estereoestructura decorativa de los laterales estará a cargo de la empresa FAPYM S.A.

#### **VIII.2.4.3 Uniones**

En todo lo atinente a este tema será de aplicación obligatoria todo lo que al respecto se indica en el reglamento CIRSOC 301.

El montaje estará a cargo de FAPYM SA por lo tanto la ejecución de las mismas se hará acorde las especificaciones técnicas de la empresa.

Las uniones de taller podrán ser soldadas o abulonadas. Las uniones soldadas en obra deben evitarse, pudiendo materializarse solo excepcionalmente y con la aprobación escrita de la Dirección de Obra.

No se permitirán uniones unilaterales a no ser que estén específicamente indicadas en los planos de proyectos y aprobadas por la Dirección de Obra.

#### **VIII.2.4.4 Tolerancias**

Los elementos que trabajan a compresión no tendrán una desviación mayor de 1/1000 de la distancia entre puntos de fijación.

La tolerancia en la longitud de la pieza o distancia entre agujeros extremos será de +/- 1,6 mm para longitudes de hasta 9,00m y de +/- 3,2mm para largos mayores. Para las piezas que deban ir colocadas en contacto con otras ya fijas, la tolerancia en la longitud será de +/- 0,8mm.

#### **VIII.2.4.5 Tratamiento superficial**

A fin de asegurar una adecuada protección anticorrosiva, las piezas deberán ser objeto de una cuidadosa limpieza previa a la aplicación de una pintura con propiedades anticorrosivas.

La protección contra la corrosión deberá ser encarada por el contratista siguiendo las recomendaciones del CIRSOC 301 y en particular atender a lo siguiente:

#### **VIII.2.4.6 Preparación de las superficies**

Antes de limpiar se prepara la superficie según la norma IRAM 1042 debiendo el contratista seleccionar de común acuerdo con la Dirección de Obra, el método más conveniente según el estado de las superficies, con miras al cumplimiento de las siguientes etapas: 1. Desengrase. 2. Remoción de escamas de laminación y perlas de soldadura y escoria. 3. Extracción de herrumbre. 4. Eliminación de restos de las operaciones anteriores.

#### **VIII.2.4.7 Imprimación (Mano antioxido)**

Se dará a toda las estructuras una mano en taller de pintura antioxido intermedia aplicada a pincel o rociador, en forma uniforme y completa. No serán pintadas en taller las superficies de contacto para uniones en obra, incluyendo las áreas bajo arandelas de ajuste. Luego del montaje, todas las marcas, roces, superficies no pintadas, bulones de obra y soldaduras, serán retocadas por el contratista.

#### **VIII.2.4.8 Transporte, manipuleo y acopio**

Durante el transporte, manipuleo y almacenamiento del material, el contratista deberá poner especial cuidado en no lastimar la película de protección ni producir deformaciones en los

elementos, debiendo el contratista reparar los deterioros a entera satisfacción de la Dirección de Obra. Idénticas precauciones deberá tomar para el envío del material a obra.

Asimismo, antes y durante el montaje, todos los materiales se mantendrán limpios; el manipuleo se hará de tal manera que evite daños a la pintura o al acero de cualquier manera. Las piezas que muestren el efecto de manipuleo rudo o daños, serán rechazadas al solo juicio de la Dirección de Obra.

Los materiales, tanto sin trabajar como los fabricados serán almacenados sobre el nivel del suelo sobre plataformas, largueros u otros soportes. El material se mantendrá libre de suciedad, grasas, tierra o materiales extraños y se protegerá contra la corrosión.

Si la suciedad, grasa, tierra o materiales extraños contaminaran el material, éste será cuidadosamente limpiado para que de ninguna manera se dañe la calidad de la mano final de pintura.

Si la limpieza daña la capa de antióxido, se retocará toda la superficie.

### **VIII.2.5 Cubierta**

La cubierta del SUM estará formada por paneles sandwich prefabricados los cuales están formados por dos caras exteriores de chapa de acero precalas y galvanizadas de unos 0,5 mm, conformadas en frío y unidas entre sí por un núcleo central aislante de espuma rígida de poliuretano expandido: estos paneles son autoportantes y de fácil montaje.

Las características constructivas y de montaje de los mismos se presenta en el Anexo del presente proyecto.

### **VIII.2.6 Capas aisladoras**

#### **VIII.2.6.1 Capa aisladora horizontal**

Sobre las vigas de fundación se extenderá una capa aisladora sobre la superficie de las mismas. El espesor de dicha capa será de 1,5 a 2cm y se unirá en cada paramento con revoque impermeable que llegue hasta el contrapiso.

Los hidrófugos a utilizar deberán cumplir con la Norma IRAM N° 1.572. Se colocará hidrófugo inorgánico con agente antibacteriano para capas horizontales, del tipo SIKA 1 o similar en sus propiedades

#### **VIII.2.6.2 Impermeabilización horizontal en pisos**

La aislación en los pisos debe tener continuidad con las capas aisladoras horizontales de los muros adyacentes y su aplicación se hará en todos los casos sobre una capa de mortero de cemento 1:3 (cemento Portland, y arena) de 0,5cm de espesor mínimo previamente aplicada sobre los contrapisos.

Dichos contrapisos serán compactos y su resistencia estará relacionada con la resistencia del suelo y las cargas que incidan sobre el solado. La impermeabilización debe ser protegida de la evaporación (especialmente estando expuesta a vientos y/o rayos solares) manteniéndola permanentemente húmeda hasta su endurecimiento total.

### **VIII.2.6.3 Contrapisos**

El hormigón deberá ser preparado fuera del lugar de aplicación, cuidando el perfecto mezclado de sus materiales, el que se realizará por medios mecánicos, procediendo a colocar tirantes paralelos a modo de fajas, los que se apoyarán sobre ladrillos, controlando el nivel de los mismos, preparado el hormigón, se volcará sin mover los tirantes, nivelándose con una regla transversal con la que se barrerá el material, procediéndose a las 24hs. Al retiro de dichos tirantes y relleno de los espacios que estos ocupaban. No se permitirá bajo ningún punto de vista, ollas, depresiones o desniveles en los contrapisos.

### **VIII.2.6.4 Contrapiso de Hormigón pobre sobre terreno natural**

Primero se verificará la correcta nivelación y compactación del terreno, el que además estará libre de raíces basura, etc. que pudieren haber quedado. Previo a la ejecución del contrapiso, se apisonará y nivelará la tierra debidamente humedecida.

Toda la superficie se cubrirá con un film de polietileno de 200 micrones de espesor, dejando un solapado mínimo de 15cm de ancho. Luego se colocarán las fajas guías, respetando las alturas y nivelaciones necesarias para posteriormente hormigonar.

El hormigón pobre a emplear en contrapisos será de 12cm de espesor mínimo y tendrá un dosaje reforzado: ½:1:3:6 (cemento Portland, cal, arena fina, cascotes). Se utilizará cascotes de ladrillo de 35mm de tamaño máximo. Se empleará agua limpia, potable, exenta de ácidos bases, aceites y materia orgánica. Los agregados estarán exentos de estas mismas impurezas y de toda otra materia que provoque alteraciones en la fundación.

### **VIII.2.6.5 Carpetas**

Se materializarán con mortero, cuya dosificación variará según su destino, aplicándose sobre contrapiso, con un espesor de 20mm.

Será imprescindible controlar la buena nivelación, se efectuarán juntas de dilatación de por lo menos 1cm de espesor, entre la pared y la carpeta. La superficie debe estar libre de polvo, restos de cemento o gránulos. Si el sustrato no fuera absorbente, se deberá crear porosidad mediante métodos mecánicos o químicos para asegurar el anclaje del adhesivo. El contenido de humedad no debe ser superior al 2 a 2,5%.

Entre la ejecución del contrapiso y la carpeta no deberá transcurrir un período mayor de 10 (diez) días.

#### **VIII.2.6.6 Pisos, solias y umbrales**

Los pisos en general serán colocados sobre contrapiso libre de material suelto, perfectamente barrido y mojado. Cuando este posea juntas de dilatación, se respetarán en el piso, coincidentes en toda su longitud, por ello cuando se indique junta de dilatación, ésta deberá ser ubicada teniendo en cuenta las dimensiones de los paños en ambos sentidos a los fines de evitar cortes.

En la cancha de básquet se instalará un piso flotante deportivo de madera, que cuenta con una estructura que consiste en un doble sistema de alfajías cruzadas que otorgan al deportista un triple o cuádruple sistema de absorción del impacto en el salto. Este piso apoya sobre una serie de tacos de goma de caucho butílico, pegados en la cara inferior de la alfajía y apoyadas sobre el piso, permitiendo un libre movimiento del piso de acuerdo a la contracción/expansión estacional del paño de madera; según la variación de la humedad ambiente. El acabado de la superficie debe incluir varias capas de Bona Sportive®, un producto aprobado por las confederaciones mundiales de las distintas disciplinas deportivas para asegurar mayor dureza y adherencia alcanzándose una mayor performance deportiva.

Se respetarán las técnicas constructivas recomendadas por el fabricante.

#### **VIII.2.7 Muros exteriores-muros interiores**

Los muros exteriores se ejecutarán con el sistema WALL PANEL (Acier Argentina) según las técnicas constructivas que se establecen por la empresa fabricante, las mismas están incluidas en el Anexo del presente proyecto.

Los muros interiores son de mampostería de ladrillo hueco de 18x18x33cm. En el caso de la división de oficinas del municipio, consultorios de la sala sanitaria, sala de reuniones y prevención, aulas entre sí; se prevé la realización mediante paredes de Durlock de 12cm de espesor. Mientras que en baños las divisiones entre diferentes unidades se hará con paredes Durlock de 9 cm.

#### **VIII.2.8 Carpintería**

El Contratista presentará planos completos de carpintería con detalles, cálculos, especificaciones de materiales y dimensiones, y todas las aclaraciones necesarias para su aprobación por la Inspección y Dirección de Obra antes de iniciar los trabajos de taller.

El total de las estructuras que constituyen la carpintería de aluminio, se ejecutará de acuerdo con los planos de conjunto y especificaciones de detalles, planillas de carpintería, éstas especificaciones y las órdenes de servicio que al respecto se impartan.

El Contratista deberá realizar todos los trabajos pertinentes, incluyendo los materiales, herramientas y equipos necesarios, para la provisión y colocación de toda las aberturas de aluminio, en un todo de acuerdo a las cantidades, ubicaciones, formas, medidas y terminaciones indicadas en los planos correspondientes, las especificaciones técnicas que se detallan más adelante, y las instrucciones que imparta al respecto la Inspección de Obra. Deberá realizar también todas aquellas operaciones que, sin estar especialmente detalladas en el Pliego, sean necesarias para la perfecta terminación y funcionamiento de dichos elementos.

Cualquier deficiencia o ejecución incorrecta constatada en obra, de un elemento terminado será devuelta al taller para su corrección.

#### **VIII.2.8.1 Frente Integral - Piel de vidrio**

Los materiales a emplear serán de primera calidad, con las características que para cada uno de ellos se designan en los planos o en el presente Pliego. Todos los perfiles utilizados deberán tener la inercia adecuada en función las dimensiones de la abertura, debiendo colocar refuerzos donde sea necesario aumentar la rigidez de la abertura. Todos los perfiles y elementos de aleación serán de aluminio anodizado natural satinado, los perfiles a utilizar serán de estas tres líneas “A-30 New”, “Frente integral con columna doble con refuerzo” y “Piel de vidrio” de ALUAR o similar. Todos los perfiles y accesorios de estas líneas a utilizar serán Aluar División elaborados extruídos en aleación de aluminio 6063, Temple T6 y contarán con certificación de calidad de procesos según Norma ISO 9.001.

Los premarcos se proveerán en una medida 5 mm mayor por lado a la nominal de la tipología, con riostras que aseguren sus dimensiones y escuadría, colocados en todo el perímetro de ventanas y jambas y dinteles de puertas ventanas. Se presentará y fijará al hormigón mediante grapas de amure. Una vez colocado se presenta la abertura y se fijará al perfil con tornillos Parker autorroscantes. El tapajuntas, colocado en el premarco o en el marco, llevará la misma terminación superficial que la abertura.

Para la ejecución de las aberturas, se tendrán en cuenta las siguientes normas generales:

Para el cálculo resistente se tomará la presión que ejercen los vientos máximos de la zona donde se edifica y para esa altura de edificio y no ser menor de 146 Kg/m<sup>2</sup>.

En ningún caso el perfil sometido a la acción del viento, tendrá una deflexión que supere 1/375 de la luz libre entre apoyos.

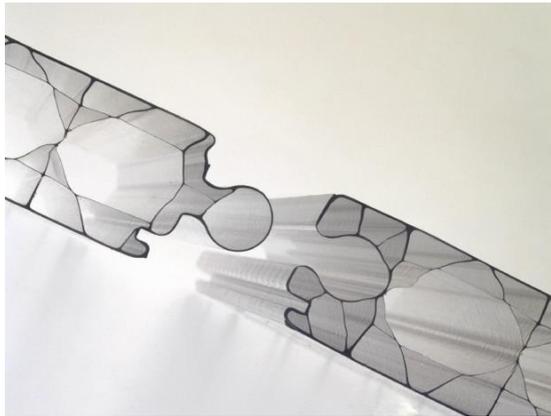
Las medidas de los elementos tendrán una tolerancia de +/- 3mm. Para las medidas mayores de 1,80 m tendrán +/- 1,5 mm.

En todos los casos sin excepción, se preverán juntas de dilatación en los cerramientos. Toda junta debe estar hecha de manera que los elementos que la componen se mantengan en su posición inicial y conserven su alineamiento. Debe ser ocupado por una junta elástica el espacio para juego que pueda necesitar la unión de los elementos, por movimientos provocados por la

acción del viento (presión o depresión), movimientos propios de las estructuras por diferencia de temperatura o por trepidaciones. Ninguna junta a llenar, será inferior a 3mm, si en la misma hay juego de dilatación. Las uniones entre los marcos de aluminio y los muñones fijos de hierro deberán ser perfectamente aisladas, mediante la introducción de una cinta de "Compriband", sellador tipo Scotch o cualquier otro elemento que asegure una perfecta aislación entre una y otra superficie; previamente recibirán las partes en contacto una doble mano de laca transparente a base de metacrilato y una cubierta a base de cromato de zinc con una doble mano de pintura asfáltica.

### **VIII.2.8.2 Abertura del SUM**

Las aberturas del SUM se realizaran con policarbonato celular Termoclick, que posee un sistema que permite la adaptación entre planchas, haciendo casi innecesaria la perfilería vertical. El policarbonato celular, es laminado translúcido aislante, soporta las inclemencias del tiempo, actúa como aislante térmico, es resistente a la rotura y poco inflamable. Para los marcos de las aberturas se utilizaran perfiles de aluminio.



**Figura VIII-44: Unión entre placas de policarbonato.**

### **VIII.2.8.3 Puerta exterior**

Se utilizara una puerta de 5m de ancho por 4 metros de altura, que tendrá dos hojas de 2.5 metros cada una, que abrirán por fuera del SUM deslizándose por un carril. El carril será un perfil metálico. Con herrajes tipo F24.

Con estructura de tubo rectangular 60x100x6, 35 mm.

Se utilizara para la construcción chapa plegada de 1/8" (3,25 mm).

### **VIII.2.9 Revestimientos**

Responderán a las prescripciones sobre material, dimensiones, color, forma de colocación, que para cada caso se indique en los planos.

### **VIII.2.9.1 Pintura**

Los materiales a emplear serán de primera calidad y no podrán ser abiertos hasta que la Inspección los acepte. Deberán todas las obras ser limpiadas y preparadas convenientemente antes de pintarse. No se permitirá la utilización de pintura espesa para tapar poros, ralladuras, etc.

Se deberán realizar los procedimientos de preparación y limpieza de acuerdo con las instrucciones del fabricante en cada caso particular. Quitar herrajes, accesorios de herrajes, superficies labradas, artefactos de alumbrado y artículos similares que estén colocados y no deban ser pintados o suministrar protección a la superficie antes de las operaciones de preparación y pintura. En el caso de que haya presencia de hongos se deberá lavar con solución de lavandina en agua, usando un cepillo de fibras duras. Se enjuagará bien con agua limpia y se dejará secar antes de pintar.

Las instalaciones a la vista si las hubiera (caños, cajas, grampas de fijación, etc.) deberán pintarse con esmalte sintético y con los colores reglamentarios

En las paredes interiores se aplicarán pintura al látex interior tipo “Alba” o similar, en las paredes exteriores que no utilicen revestimiento especial se aplicará látex impermeable exterior tipo “recuplast impermeable” o similar. La estructura de madera deba ser pintada con barniz poliuretánico para Interiores Mate

En cada caso se aplicarán las manos que fuera menester para su correcto acabado. Como mínimo se aplicarán dos capas con una cobertura 100% protectora para todas las superficies.

### **VIII.2.9.2 Revestimientos porcelanato**

Este ítem comprende la provisión y ejecución por parte de la Contratista de los materiales y mano de obra necesaria para la colocación de porcelanato pulido en el sector de baños y camarines, conforme a la planimetría y especificaciones del pliego.

Deberá ser del tipo, tamaño y color indicado. Las piezas deberán presentar superficies planas perfectamente terminadas, sin alabeos, manchas, rajaduras, grietas o cualquier otro desperfecto. Serán de color uniforme y de aristas rectas. El Contratista, una vez obtenida su aprobación, es el responsable del material remitido a la obra. Las piezas se asentarán con adhesivo de calidad reconocida tipo Klaukol o similar, las juntas (abiertas o cerradas según se especifique), serán rellenas con cemento blanco.

En los encuentros entre cerámicos en mochetos, los cortes serán a 45° (inglete). Los accesorios (percheros, jaboneras, portarrollos, etc.) se colocarán cuando se encuentren terminados los revestimientos a efecto de permitir un perfecto replanteo de las piezas.

Los mismos se colocarán con adhesivo de calidad, de manera que el mismo cubra totalmente el reverso del revestimiento. Se rechazarán todas aquellas piezas mal colocadas o que

una vez colocadas suenen a "hueco". A fin de determinar los niveles de las hiladas, se efectuará una primera columna de arriba hacia abajo, tomando como punto de partida los cabezales de marcos, antepechos de ventanas, etc., según corresponda, teniendo en cuenta la coincidencia de juntas o ejes de revestimientos con los ejes de piletas, canillas, y accesorios en general. El resto de las hiladas se podrán trabajar de abajo hacia arriba, tomando como referencia las juntas horizontales de la columna. Los cortes horizontales necesarios, se producirán en las hiladas en contacto con el zócalo y en el remate se colocarán revestimientos completos.

Las juntas serán a tope, salvo indicación en contrario de la Dirección y/o Inspección de Obra. Observarán una correcta alineación y coincidencia entre ellas. En los encuentros entre revestimientos en moquetas, los cortes se harán a 45° (inglete).

### **VIII.2.10 Instalación Sanitaria**

La instalación sanitaria observará rigurosamente las normas vigentes en la Dirección de Obras Sanitarias y de las presentes especificaciones técnicas.

Cuando fuera necesario efectuar modificaciones, las mismas serán previa consulta con la sección técnica expresamente autorizadas por escrito por la Inspección de Obra.

Terminada la obra deberá confeccionarse un plano conforme a obra, dibujado en normas de la Dirección de Obras Sanitarias, el cual deberá ser aprobado por la inspección de Obras Públicas.

En las instalaciones a construir, los materiales serán de primera calidad y aprobados, debiendo tener las leyendas visibles, observar la especificación que para los diferentes rubros se hallan indicados.

Todas las cañerías de cloaca y pluviales serán sometidas a la prueba de tapón y prueba hidráulica para comprobar la uniformidad interior y la ausencia de rebabas. Las cañerías de agua fría se mantendrán cargadas a presión natural, durante tres días corridos para verificar que no se hayan producido pérdidas antes de tapparlas.

#### **VIII.2.10.1 Desagües cloacales**

Se harán con caños de PVC de 110mm reforzado. Los mismos irán asentados sobre cama de arena y luego recubiertos en toda su longitud con hormigón pobre de cascotes. Las pendientes serán según el reglamento correspondiente.

Todos los desagües cloacales deberán conectarse a la red cloacal existente. Las cámaras de inspección se harán de 0,60 x 0,60 m. de ladrillos comunes asentados con mortero de cemento 1:2, o premoldeadas de hormigón. El interior será revocado con mortero de cemento 1:2 terminado con enlucido de cemento puro alisado a cucharín. El espesor de las cámaras de mampostería será de 0,30 m. de espesor. Llevarán contratapa de hormigón armado y estarán provistas de manijas para su remoción. Las tapas serán de hierro reforzado y el marco de hierro

ángulo de 50 x 50 x 2mm para recibir el piso granítico de terminación. Se pintarán s/ especificaciones de herrerías.

Las piletas de patio, bocas de desagües y de acceso serán de PVC diámetro 110. Se apoyarán sobre banquetas de hormigón. Las tapas y marcos de las mismas serán de bronce niquelado (abiertas o cerradas) según corresponda y se colocarán conjuntamente con el piso.

Los desagües secundarios serán en PVC diámetros s/planos y respetando las pendientes reglamentarias.

Las ventilaciones se harán en cañerías de PVC de 4" de diámetro y sombreretes del mismo material

#### **VIII.2.10.2 Desagües pluviales**

Se construirán en PVC y diámetro 100 mm, de marca reconocida y aprobada. Las pendientes serán reglamentarias. Las bocas de desagüe o cámaras abiertas serán de 0,30 x 0,30 y 0,20 x 0,20 m. s/corresponda, construidas en albañilería de ladrillos o de PVC. Los albañales en vereda serán de hierro fundido y cubiertos por empastado de cemento.

#### **VIII.2.10.3 Agua fría y Agua caliente**

Se prevé la estación de un tanque con capacidad de suministrar con agua potable a todo el predio según lo especificado en el Manual de Obras Sanitarias.

Una vez dentro de cada edificio, la instalación de agua fría y caliente se realizará con caños de la marca Acua System termofusión o similar equivalente y diámetros según planos, con accesorios del mismo material. No se permitirá el curvado de las cañerías debiéndose emplear en todos los casos las piezas para tal fin.

Las llaves de paso generales serán del tipo esféricas con cuerpo de bronce, esfera de acero inoxidable y asientos de teflón. Todas las llaves de paso serán marca "FV" o equivalente y tendrá campana de bronce cromado para cubrir el corte del revestimiento.

#### **VIII.2.10.4 Artefactos y Grifería**

Los artefactos para los baños serán de porcelana tipo Ferrum o similar, modelos:

- Inodoro Florencia, de loza blanca, con asiento plástico reforzado blanco, conexiones cromadas, depósito de embutir de fibrocemento 16 lt.
- Lavatorio Florencia, de loza blanca o equivalente, 3 agujeros, con broncería Mod. 207/61 de FV o equivalente y conexiones y descarga cromada.
- Portarrollo de loza blanca para embutir ferrum línea clásica o equivalente de 15x15 cm, con rodillo de madera.

Serán provistos y colocados por el Contratista, de acuerdo a las indicaciones de los planos. Las tomas de agua y descargas de los artefactos se harán con caños y accesorios de

bronce cromado, roscados, con sus correspondientes rosetas del mismo material, para cubrir el corte del revestimiento.

### **VIII.2.11 Instalaciones Eléctricas**

Deberá ejecutarse la instalación de energía eléctrica completa, incluyendo como mínimo todo lo solicitado en planos, tableros, disyuntor, iluminación interior y exterior, de accesos, frentes, y fachadas posteriores y tomacorrientes, de acuerdo a las disposiciones de ENERSA y el presente pliego.

Se dejará prevista la instalación de datos e Internet, telefonía y alarma de acuerdo a lo que solicite los planos, incluyendo el equipamiento completo del sistema de alarma de seguridad.

Deberá proyectarse instalación termomecánica frío-calor materializadas por equipos individuales tipo splits de capacidades acorde al volumen del local de instalación.

### VIII.2.12 Presupuesto

El presupuesto se realizó mediante la metodología de comparación o analogía, que brinda una aproximación del precio final de la obra cuyo grado de exactitud depende básicamente de las similitudes que se tengan con el modelo adoptado, tomando como unidad de comparación el metro cuadrado de superficie total o cubierta. El método se vuelve más preciso en cuanto se tenga mayor experiencia en obras de características similares, y mayor cantidad de obras, ya que el criterio para ponderar el grado de similitud entre estas es esencialmente empírico.

En nuestro caso se tomó como referencia publicaciones de revistas específicas del rubro de la construcción (Vivienda, Arq. de Clarín), proyectos ejecutados previamente y obras hechas en la provincia de Entre Ríos.

En la tabla VIII-7 se muestran los sectores y superficies de nuestro proyecto así como también los modelos y costos por unidad de superficie adoptados. A estos costos se los multiplica por un factor k de 1,45 que tiene en cuenta gastos generales (12%), beneficio (10%), gasto financiero (2%) e IVA (21%).

| PRESUPUESTO: SALÓN DE USOS MÚLTIPLES |                 |                    |  |                         |
|--------------------------------------|-----------------|--------------------|--|-------------------------|
| SECTOR                               | SUPERFICIE (m2) | COSTO (\$/m2)      | MODELO   | TOTAL                   |
| Estereoestructura y cerramiento      | 1512,00         | \$ 3.794,38        | MODELO 9 - GALPÓN - R. ARQ CLARÍN              | \$ 5.737.095,00         |
| Cancha y tribunas                    | 999,00          | \$ 1.328,91        | OBRA EJECUTADA: PLAYONES DEPORTIVOS EN HERRERA | \$ 1.327.577,34         |
| Bar                                  | 88,75           | \$ 6.369,38        | MODELO 2 - VIVIENDA COUNTRY - R. ARQ CLARÍN    | \$ 565.282,03           |
| Gimnasio                             | 88,75           | \$ 6.093,75        | MODELO 2 - VIVIENDA COUNTRY - R. ARQ CLARÍN    | \$ 540.820,31           |
| Servicios                            | 177,50          | \$ 8.229,38        | MODELO 2 - VIVIENDA COUNTRY - R. ARQ CLARÍN    | \$ 1.460.714,06         |
|                                      | <b>2866,00</b>  | <b>\$ 3.360,60</b> |  | <b>\$ 9.631.488,75</b>  |
| I - COSTO-COSTO                      |                 |                    |  | \$ 9.631.488,75         |
| II - GASTOS GENERALES (15% de I)     |                 |                    |  | \$ 1.444.723,31         |
| III - BENEFICIOS (10% de I)          |                 |                    |  | \$ 963.148,88           |
| <b>S1 - SUBTOTAL 1 (I+II+III)</b>    |                 |                    |  | <b>\$ 12.039.360,94</b> |
| IV - COSTO FINANCIERO (2% de S1)     |                 |                    |  | \$ 240.787,22           |
| <b>S2 - SUBTOTAL 2 (S1+IV)</b>       |                 |                    |  | <b>\$ 12.280.148,16</b> |
| V - IMPUESTOS (21% de S2)            |                 |                    |  | \$ 2.578.831,11         |
| <b>TOTAL (S2+V)</b>                  |                 |                    |  | <b>\$ 14.858.979,27</b> |
| <b>FACTOR K =</b>                    |                 |                    |  | <b>1,543</b>            |

Tabla VIII - 9: Presupuesto SUM - FECHA: Noviembre 2015 - 1 U\$S = \$ 9,640.

Para una mejor adaptación de los modelos de las revistas Vivienda y Arq. (Clarín) a nuestro proyecto se realizaron modificaciones mediante coeficientes de homogenización, estos reducen o aumentan un porcentaje de los ítems que difieren entre el proyecto y el modelo. Esta metodología es la propuesta por el instituto argentino de tasación. A continuación se detallan las modificaciones realizadas en cada modelo para una mejor adaptación a cada sector de nuestro proyecto, teniendo en cuenta que los modelos propuestos por la revista Arq. de Clarín tiene incluido en su análisis los gastos de obras y beneficios, los cuales englobamos previamente en el coeficiente de resumen.

Como se muestra en la Tabla VIII-7, el presupuesto asciende a la suma de **\$14.858.979,27** final.

PROYECTO FINAL

# CAPÍTULO IX:

Evaluación de Impacto Ambiental.

ALUMNOS:

- Cergneux, Emmanuel Facundo.
- Fellay, Andrea Soledad.
- Ipperi, Enzo Paolo.

## IX. Evaluación de Impacto Ambiental

Según el Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), se define a la evaluación de impacto ambiental como "una investigación, análisis y evaluación de las actividades planeadas, buscando asegurar un desarrollo sustentable y ambientalmente sano".

Esto es la elaboración de un estudio orientado a la identificación e interpretación de las consecuencias o los efectos a esperar a partir de las acciones emprendidas o a emprender, específicamente sobre la salud y bienestar de la población, la calidad ambiental y el entorno donde se asientan o identifican e interpretan las consecuencias acontecidas.

En el presente Capítulo se analizará los principales impactos que tendrán las acciones a llevar a cabo para concretar la realización del SUM en el lugar anteriormente mencionado.

### IX.1 Marco Legal

La obra se emplazará dentro de un Marco Legal vigente, el cual está plasmado en los siguientes ámbitos:

#### IX.1.1 Ámbito Nacional

- Constitución Nacional – Artículo 41: “Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.”
- Constitución Nacional – Artículo 43: “Toda persona a puede interponer acción expedita y rápida de amparo, siempre que no exista otro medio judicial más idóneo, contra todo acto u omisión de autoridades públicas o de particulares, que en forma actual o inminente lesione, restrinja, altere o amenace, con arbitrariedad o ilegalidad manifiesta, derechos y garantías reconocidos por esta Constitución, un tratado o una ley. En el caso, el juez podrá declarar la inconstitucionalidad de la norma en que se funde el acto u omisión lesiva”.
- Ley General de Ambiente N° 25.675: establece la obligatoriedad del Estudio de Impacto Ambiental mediante el Artículo 11 citando “Toda obra o actividad que, en el territorio de la Nación, sea susceptible de degradar el ambiente, alguno de sus componentes, o afectar la calidad de vida de la población, en forma significativa, estará sujeta a un procedimiento de evaluación de impacto ambiental, previo a su ejecución.”
- Ley Nacional de preservación del recurso aire N° 20.284: contiene disposiciones para la preservación del recurso aire. Afecta a todas las fuentes capaces de producir contaminación atmosférica ubicada en jurisdicción federal y en las provincias que se adhieran a la misma. La misma cita: “Se entiende por contaminación atmosférica la presencia en la atmósfera de cualquier agente físico, químico o biológico, o de combinaciones de los mismos en lugares,

formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, seguridad o bienestar de la población, o perjudiciales para la vida animal y vegetal o impidan el uso y goce de las propiedades y lugares de recreación.”

- Ley de Protección de las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera N° 5.965: esta Ley regula a todos los generadores de efluentes gaseosos, incluyendo las Reparticiones del estado, las entidades públicas y privadas, y a cualquier particular que envíe efluentes de este tipo a la atmósfera.

- Ley de Régimen de Gestión Ambiental de Aguas N°25.688: en esta ley se establecen presupuestos mínimos ambientales para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional. Utilización de aguas. Cuenca hídrica superficial. Comités de cuencas hídricas.

- Ley Medio Ambiente – Müller.

- Ley N° 25.916 de residuos domésticos: presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios.

- Código Civil – Artículo 1.113: “La obligación del que ha causado un daño se extiende a los daños que causaren los que están bajo su dependencia, o por las cosas de que se sirve, o que tiene a su cuidado. (Párrafo agregado por Ley N° 17.711)En los supuestos de daños causados con las cosas, el dueño o guardián, para eximirse de responsabilidad, deberá demostrar que de su parte no hubo culpa; pero si el daño hubiere sido causado por el riesgo o vicio de la cosa, sólo se eximirá total o parcialmente de responsabilidad acreditando la culpa de la víctima o de un tercero por quien no debe responder. Si la cosa hubiese sido usada contra la voluntad expresa o presunta del dueño o guardián, no será responsable.”

- Código Civil – Artículo 2.499: “Quien tema que de un edificio o de otra cosa derive un daño a sus bienes, puede denunciar ese hecho al juez a fin de que se adopten las oportunas medidas cautelares.”

- Código Civil – Artículo 2.618: “Las molestias que ocasionen el humo, calor, olores, luminosidad, ruidos, vibraciones o daños similares por el ejercicio de actividades en inmuebles vecinos, no deben exceder la normal tolerancia teniendo en cuenta las condiciones del lugar y aunque mediare autorización administrativa para aquéllas.”

### IX.1.2 **Ámbito Provincial**

- Ley N° 6.260 de Prevención y control de la contaminación por parte de las industrias radicadas o a radicarse en la Provincia de Entre Ríos. La misma establece criterios y exigencias sobre la localización, construcción, instalación y funcionamiento a reunir por los establecimientos.

- Decreto N° 4.977: según los Artículos 2 y 3 la Secretaría de Medio Ambiente será la Autoridad de Aplicación del presente Decreto. Ningún emprendimiento o actividad que requiera de un EIA podrá iniciarse hasta tener el mismo aprobado, por la Autoridad de Aplicación.
- Ley N° 8.318/80 de conservación de suelos. Especifica las necesidades de conservación y manejo de los suelos, para cada área conforme a su actitud para los distintos niveles de incorporación de tecnología.
- Ley N° 9.032/96 de Amparo Ambiental: Procederá la acción de amparo ambiental contra cualquier decisión, acto, hecho u omisión que, en forma ilegítima, lesione, restrinja, altere, impida o amenace intereses difusos o colectivos de los habitantes, en relación con la preservación, protección y conservación del medio ambiente, tales como la conservación del aire, el agua, el suelo, la flora, la fauna y el paisaje, la preservación del patrimonio histórico, cultural, artístico, arquitectónico y urbanístico; la correcta elaboración, almacenamiento, transporte y comercialización de mercaderías destinadas a la población, el manejo y disposición final de residuos, la tutela de la salud pública y en general, en defensa de los valores del ambiente, reconocidos por la comunidad.
- Ley N° 10.311/2014 de residuos domiciliarios. Promueve la gestión sustentable de los municipios, involucrar a la sociedad en su conjunto en ser consciente de la generación de residuos, diseñar e implementar programas en los distintos niveles educativos, promover la implementación de un plan de monitoreo, entre otras.
- Ley N° 9.172 de aguas: tiene por objeto la regulación del uso y aprovechamiento del recurso natural constituido por las aguas subterráneas y superficiales con fines económicos-productivos.

### **IX.1.3** **Ámbito Municipal**

Actualmente la localidad de Pueblo Belgrano carece de Ordenanzas cuyo fin sea regular la afección del Medio Ambiente por parte de los ciudadanos.

### **IX.1.4** **Normas**

- IRAM 4.062 – Ruidos molestos al vecindario: establecer un método que permita medir y evaluar los niveles de ruidos producidos por fuentes sonoras que trasciendan el vecindario y que puedan producir molestias.

## **IX.2** **Descripción General del Sitio**

La obra se emplazará en el centro de la ciudad de Pueblo Belgrano, departamento Gualeguaychú provincia de Entre Ríos, sobre la manzana N°30.



Figura IX-1: Ubicación de Pueblo Belgrano en Argentina.

El predio está emplazado frente a la Plaza General Belgrano, sobre calle Carlos Guarnuchio, y a la Cooperativa de Agua Potable, por calle Héctor Ipperi; quedando delimitado por las calles 30 de Noviembre y Entre Ríos; Carlos Guarnuchio y Héctor Ipperi.



Figura IX-2: Ubicación del Proyecto en la ciudad.

### IX.3 Uso actual del terreno

Actualmente una pequeña porción del terreno está ocupada por la comisaría y el centro de salud. Mientras que la faja ubicada entre éstos fue “cedida de palabra” por el Municipio a la Asociación de Bomberos Voluntarios de Pueblo Belgrano para la futura construcción de un cuartel.

En las cuadras perimetrales se relevaron viviendas particulares, el municipio, la Cooperativa de Agua y comercios.

### IX.4 Características generales del predio y de su entorno

#### IX.4.1 Fisiografía

Según el apartado del INTA “Caracterización de zonas y subzonas”. El paisaje predominante son las Peniplanicies onduladas y en menor medida suavemente onduladas. Éstas

están cubiertas por materiales de origen eólico de moderado a escaso espesor. La peniplanicie presenta pendientes moderadamente pronunciadas (2-4%) y de menor intensidad (0,5-1%). En la región centro norte se encuentran las estribaciones finales de la Cuchilla Grande, mostrando su parte más elevada. En la región sur, el paisaje se suaviza presentando una planicie muy suavemente ondulada que se extiende hacia el este. Otro paisaje característico lo constituyen los depósitos sedimentarios de los arroyos y en el sur las llanuras aluviales antiguas, pobremente drenadas e intercalados con suelos alcalinos.



Figura IX-3: Entorno del proyecto.

#### **IX.4.2 Características climáticas**

Del apartado ya mencionado se extrae también, que el clima predominante corresponde al templado húmedo de llanura, sin situaciones extremas, favorable para los cultivos. El régimen térmico es templado, presentando una temperatura media anual de 17,9°C con una amplitud de 13,3°C. La precipitación media anual asciende a 1100 mm.



Figura IX-4: Regiones climáticas. Fuente: INTA Entre Ríos.

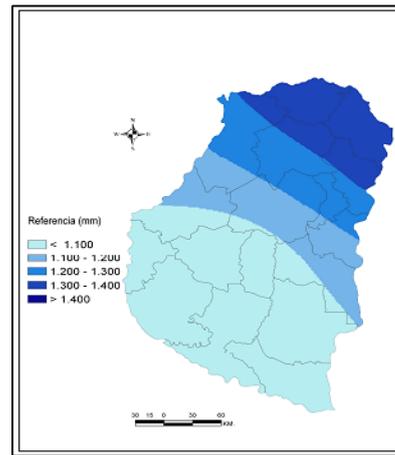


Figura IX-5: Precipitaciones medias. Fuente: INTA Entre Ríos.

### IX.4.3 Geología Regional

Presenta dos ambientes diferenciados, el “continental” ocupando la mayor superficie y el “predelta” en la región sur. En la zona continental predomina un paquete sedimentario pampeano, dando lugar a una peniplanicie. Presenta suelos bien drenados y profundos, predominando los vertisoles y argiudoles vérticos o ácuicos, con epipedónmólico y grueso horizonte argílico por debajo. En sectores en los que se depositaron materiales eólicos más gruesos pueden reconocerse hapludoles con menor desarrollo edáfico. En los sectores fluviales dominan los hapludoles, haplacuientes y haplacueptes, mientras que en el ambiente deltáico se encuentran acuentes y fluventes. En antiguos ambientes marinos se observan psamentes en cordones litorales y dunas y en las planicies argiacuoles, natracualfes y acuentes.

En el Tomo 1 de "Suelos y Erosión de la Provincia de Entre Ríos" (INTA EERA Paraná) describe los principales suelos de la provincia.

En el Anexo del presente proyecto se presenta el mapa de suelos del departamento Gualeguaychú donde se puede apreciar que en la zona hay suelos del tipo vertisol y entisol.

### IX.4.4 Geomorfía y tipo de suelo del predio

Los suelos que se encuentran en la zona correspondiente al departamento de Gualeguaychú en su mayoría son del tipo Vertisoles (suelos arcillosos) y Endisoles (suelos arenosos). A continuación se describen brevemente cada uno de ellos.

#### IX.4.4.1 Grupo Vertisoles

Se denomina de esta manera a los suelos con altos contenidos de arcilla (una vez mezclados los primeros 18 cm, deben tener más de 30% de arcilla en todos los subhorizontes hasta una profundidad de 50 cm.) y que, además, tienen en algún período del año grietas de más de 1 cm de ancho y de 50 cm de largo y de 50 cm de largo, y una o más de las siguientes combinaciones de características:

- Microrelieve gilgai.
- Caras de fricción (“slickensides”) en suficiente cantidad como para intersectarse.
- Agregados estructurales cuneiformes entre los 25 y 100 cm de profundidad.

Las características particulares de los suelos de este orden están íntimamente ligadas al tipo de arcilla de gran capacidad de absorción de agua por lo que presentan gran variación de volumen entre su estado en húmedo y seco. Este proceso de desecación y humectación se da en forma despareja con la profundidad, produciendo tensiones internas en el perfil, que dan como resultado la formación de caras de fricción (“slickensides”), movimientos diferenciales de la masa del suelo (“churning”), grietas profundas y el desarrollo del microrelieve “gilgai”. La división por subórdenes está relacionada al régimen “údic”, donde el suelo está normalmente húmedo, y nunca está seco más de 90 días acumulativos en el año; por esta razón las grietas se abren y cierran una a más veces por año (suborden: Udertes). Uno de los mayores problemas que tienen estos suelos es el drenaje deficiente. Por un lado presentan exceso de agua en los periodos lluviosos y falta de la misma en los períodos secos. El agua se escurre superficialmente generando problemas de erosión que se agrava por el sobrepastoreo.

#### IX.4.4.2 Grupo Entisoles

Los suelos pertenecientes a este orden se caracterizan por no presentar desarrollo pedogenético (o muy escaso) por lo que, en contadas excepciones se puede diagnosticar.

Son suelos profundos, de textura arenosa a areno-franca, sin distinción de horizontes. A veces presentan un horizonte débil y algo más oscuro debido a una mayor actividad biológica. El contenido de arcilla de dicho horizonte es muy bajo y varía entre el 5 y el 12%, aunque parte de ese porcentaje puede corresponder a sesquióxidos de hierros y aluminio libres, sobre todo en aquellos suelos que tienen colores más rojos. La capacidad de intercambio catiónico es baja porque el material está constituido mayormente por granos de cuarzo, cuya actividad de intercambio es nula. Son suelos de muy baja fertilidad, muy permeables y que rápidamente sufren déficit hídrico. Estos materiales arenosos rojizos yacen sobre sedimentos franco-arcillo-arenosos, de color amarillo rojizo a rojo intenso, y muchas veces incluyen en su matriz lentes de cantos rodados, así como también es común que los cantos rodados estén presentes en toda la masa del suelo. Poseen una permeabilidad muy lenta, retienen abundante agua, y son penetrables con moderada facilidad por las raíces. La profundidad a la que se encuentra esta capa varía entre 70 a más de 250 cm. La mayor o menor aptitud para los cultivos en estos suelos, depende principalmente a la profundidad en que aparecen estos sedimentos arcillosos.

## IX.4.5 Recursos Hídricos

### IX.4.5.1 Superficial

La zona del proyecto se encuentra ubicada sobre la cuenca del Río Gualeguaychú, a 3 km del mismo y a 10km del Río Uruguay, la cual cuenta con una superficie de aporte de 7000km<sup>2</sup>.



Figura IX-IX-1 Cuenca del río Gualeguaychú.

### IX.4.5.2 Subterráneos

A su vez esta localidad se encuentra situada sobre el reservorio acuífero guaraní, y la napa freática no presenta grandes profundidades, lo que facilita el abastecimiento de agua potable mediante la implementación de pozos de bombeo.

En la imagen podemos observar, que dentro del acuífero nos encontramos en el área de almacenamiento.

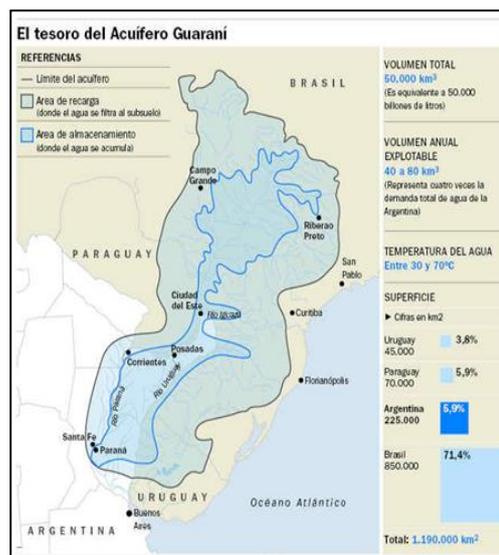


Figura IX-2 Acuífero Guaraní.

#### **IX.4.6 Medio Biológico**

Este punto se refiere al entorno que se ve afectado y que condicionará el desarrollo del proyecto. Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y en un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras. Es decir, no se tratará sólo del espacio en el que se desarrollará la Obra Vial, sino que también comprenderá: seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos tan intangibles como la cultura de la zona que se verán perjudicados.

##### **IX.4.6.1 Flora**

La vegetación característica del departamento Gualeguaychú pertenece a la zona fitogeográfica denominada parque mesopotámico, dentro de la cual pueden distinguirse los siguientes tipos de vegetación o formaciones: El talinum que es una especie que posee un importante valor alimenticio, siendo consumida con frecuencia en países asiáticos. En la cual se observan nervaduras paralelas.

Entre las enredaderas y lianas exóticas se destaca la denominada madreSelva. También se encuentran otras especies como el cedrón del monte, el carbonillo y el molle.

Otra especie muy particular se destaca, la ververis, que posee un importante valor para el desove de mariposas endémicas.

##### **IX.4.6.2 Fauna**

Entre los mamíferos de esta zona (Departamento Gualeguaychú) se destacan los hurones, gatos monteses, gatos de pajonal, comadreas overas y coloradas, ciervos colorados y axis –estos últimos introducidos en la zona. Las víboras que se suelen encontrar en la región, sobre todo en verano, son las de la cruz y las yaráras, además de múltiples arañas.

#### **IX.4.7 Ambiente socio económico y de infraestructura del área de influencia del proyecto.**

Según datos de la Corporación del desarrollo de Gualeguaychú el año 2010, el PBI del Municipio asciende a \$ 499.378.33, que representa \$ 5.785 por habitante. El PBI se desagrega así: el 29,6 % corresponde a la producción primaria, el 36,3 % a la producción industrial, el 11 % a la producción comercial y el 23,2 % a la producción de servicios.

En el marco del Plan Estratégico de Gualeguaychú, durante 2004, se realizaron entrevistas a 67 empresas y se las clasificó por sector y composición de producción:

- Alimenticio: 20 empresas distribuidas en los ramos lácteos, carnes, bebidas, yerba, miel, dulces y postres, pastas y arroz.
- Autopartes: 2 empresas, una de baterías y otra de fabricación de piezas para camiones.
- Cueros y artesanías: 5 empresas que se dedican a la producción de artesanías regionales y a la fabricación de zapatos.

- Construcción: 3 empresas que se dedican a la fabricación de cabañas y a la producción de premoldeados para construcción.
- Maderero: 15 empresas, distribuidas entre aserraderos, fábricas de muebles y tirantería, entre otras.
- Metalúrgico: 11 empresas dedicadas a la fabricación de estructuras metálicas, tanques, bombas, bombillas, postes y maquinaria en general.
- Textil: 8 empresas abocadas a la fabricación de indumentarias en general, telas, bolsas y lonas para camiones.
- Petroquímico: 3 empresas dedicadas a la fabricación de envases y bolsas polietileno.

### IX.5 Metodología Aplicada

Se adoptó la metodología propuesta por Norberto Jorge Bejerman, mediante la cual resulta posible categorizar la importancia del impacto. Como resultado de la misma se elabora una matriz de carácter cromático que permite comunicar los resultados de la EIA. El análisis está basado en una expresión matemática, que toma en cuenta el algoritmo utilizado para definir la interrelación acciones/factores ambientales. Luego, cada atributo es valorado numéricamente y a continuación, por medio de una expresión matemática, se define la importancia del impacto.

Los atributos seleccionados con tal fin son los siguientes:

- Naturaleza: hace referencia al carácter beneficioso o perjudicial de las acciones. También se califica el carácter “Previsible pero difícil de calificar”, para el caso de efectos cambiantes difíciles de predecir.
- Intensidad (I): se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor ambiental.
- Extensión (E): es el área de influencia del impacto.
- Momento en que se produce (MO): alude al plazo de manifestación del impacto, es decir el tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto.
- Persistencia (PE): se refiere al tiempo que, presuntamente, permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual ese factor ambiental retornaría a las condiciones previas a la acción, ya sea naturalmente o por la implementación de medidas correctoras.
- Reversibilidad (RV): se refiere a la posibilidad de reconstrucción de las condiciones iniciales una vez producido el efecto. Es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la acción por medios naturales y una vez que esta deja de actuar sobre el medio.
- Recuperabilidad (RE): se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial, del factor afectado como consecuencia de la acción ejecutada. Es decir, refleja la

posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

### IX.5.1 Ponderación de atributos

La ponderación fue realizada de acuerdo a la Tabla IX-1.

En el algoritmo la secuencia es: Naturaleza – Intensidad – Extensión – Momento en que se produce – Persistencia – Reversibilidad del efecto – Recuperabilidad. En el caso de impactos beneficiosos no se valoraron tanto Reversibilidad como Recuperabilidad. En generación de empleo, solo se valora la Persistencia.

| 1. NATURALEZA        |                                      | 2. INTENSIDAD (I)                 |               | 3. EXTENSIÓN (EX)       |   | 4. MOMENTO EN QUE SE PRODUCE (MO) |             |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------|---|-----------------------------------|-------------|
| +                    | Beneficioso                          | 1                                 | Baja          | a                       | Puntual   | A                                 | Inmediato   |
| -                    | Perjudicial                          | 2                                 | Media         | b                       | Parcial   | B                                 | Mediato     |
| X                    | Previsible pero difícil de calificar | 3                                 | Alta          | c                       | Extenso (todo el ámbito)                              | C                                 | Largo plazo |
| 5. PERSISTENCIA (PE) |                                      | 6. REVERSIBILIDAD DEL EFECTO (RV) |               | 7. RECUPERABILIDAD (RE) |   |                                   |             |
| 1                    | Fugaz                                | a                                 | Corto plazo   | A                       | Mitigable, totalmente recuperable de manera inmediata |                                   |             |
| 2                    | Temporal                             | b                                 | Mediano plazo | B                       | Mitigable, totalmente recuperable a mediano plazo     |                                   |             |
| 3                    | Permanente                           | c                                 | Largo plazo   | C                       | Mitigable, parcialmente recuperable.                  |                                   |             |
|                      |                                      | d                                 | Irreversible  | D                       | Irrecuperable   |                                   |             |

Tabla XI-1: Valores de atribución de atributos.

### IX.5.2 Importancia del Impacto

La importancia del impacto se refiere al efecto de una acción sobre un factor ambiental. Con el objeto de poder definir la importancia del impacto, a los diversos atributos del algoritmo que resulta de establecer la interrelación acciones/factores ambientales, les fue asignado un valor numérico de acuerdo a la TABLA IX-3, en función de la metodología de Bejerman.

La expresión utilizada para definir la importancia del impacto es la siguiente:

$$I = 3 * I + 2 * EX + MO + PE + RV + RE$$

Para definirla se necesita que el algoritmo, inicialmente obtenido, incluya todos los atributos.

Los valores obtenidos varían de 9 a 62 considerando los siguientes valores numéricos que se pueden obtener, se definieron cuatro categorías de impacto como se detalla en la TABLA IX-2.

| Categoría   | Valor   | Color Identificador |
|-------------|---------|---------------------|
| Irrelevante | < 14    |                     |
| Moderado    | 15 - 27 |                     |
| Severo      | 28 - 44 |                     |
| Crítico     | > 45    |                     |

| Categoría             | Valor   | Color Identificador |
|-----------------------|---------|---------------------|
| Beneficioso           | < 17    |                     |
| Muy Beneficioso       | 18 - 27 |                     |
| Sumamente beneficioso | > 28    |                     |

Tabla XI-2: Categoría de impactos.



El uso de esta metodología permite evaluar si el plan de medidas de mitigación establecido en ocasión de llevar a cabo la valoración de la interrelación, acciones/ factores ambientales, incorpora todos aquellos que resultan necesarias en función de las acciones previstas y del estado preoperacional donde se ejecutarán las mismas.

Los impactos han de ser caracterizados (descriptos) y jerarquizados mediante un valor de gravedad del impacto sobre el Medio Ambiente y evaluados de modo global.

| 1. NATURALEZA                        |       | 2. INTENSIDAD (I)                 |       | 3. EXTENSIÓN (EX)                                     |       | 4. MOMENTO EN QUE SE PRODUCE (MO) |       |
|--------------------------------------|-------|-----------------------------------|-------|---|-------|-----------------------------------|-------|
| Categoría                            | Valor | Categoría                         | Valor | Categoría   | Valor | Categoría                         | Valor |
| Beneficioso                          | +     | Baja                              | 1     | Puntual   | 1     | Inmediato                         | 1     |
| Perjudicial                          | -     | Media                             | 3     | Parcial   | 3     | Mediato                           | 3     |
| Previsible pero difícil de calificar | X     | Alta                              | 6     | Extenso (todo el ámbito)                              | 6     | Largo plazo                       | 6     |
| 5. PERSISTENCIA (PE)                 |       | 6. REVERSIBILIDAD DEL EFECTO (RV) |       | 7. Recuperabilidad (RE)                               |       |                                   |       |
| Categoría                            | Valor | Categoría                         | Valor | Categoría   | Valor | Categoría                         | Valor |
| Fugaz                                | 1     | Corto plazo                       | 1     | Mitigable, totalmente recuperable de manera inmediata | 1     |                                   |       |
| Temporal                             | 3     | Mediano plazo                     | 3     | Mitigable, totalmente recuperable a mediano plazo     | 3     |                                   |       |
| Permanente                           | 6     | Largo plazo                       | 6     | Mitigable, parcialmente recuperable.                  | 6     |                                   |       |
|                                      |       | Irreversible                      | 10    | Irrecuperable   | 10    |                                   |       |

Tabla XI-3: Estimación del valor numérico de los atributos.

Para cuantificar los impactos se determinaron los siguientes indicadores:

- Relevancia.
- Fiabilidad. Representativos del impacto que se quiere medir. Exclusivos, es decir, que su valor intervenga principalmente en el impacto a medir y no otros factores.
- Factibilidad. Identificación y cuantificación.

### IX.5.3 Identificación y análisis de los impactos ambientales

Para poder confeccionar la matriz es necesario definir de la manera más desmenuzada y concreta posible cuáles serán las acciones relacionadas al proyecto que tendrán implicancia ambiental. Se definen estas acciones en función de dos etapas:

- Etapa de ejecución.
- Etapa de operación.

#### IX.5.3.1 Acciones desarrolladas durante la etapa de ejecución del proyecto

- Limpieza y nivelación del terreno: comprende todas las acciones referidas al movimiento del suelo y desmalezamiento del lugar para llevarlo a condiciones aptas para el desarrollo de las demás etapas constructivas. Esto afectará desde aspectos de suelo y

geomorfología, como así también a la flora y fauna del lugar, dada la destrucción de su actual hábitat.

- Instalación del cerco perimetral y obrador: consiste en la delimitación del predio por medio de un tejido romboidal que generará una barrera provocando el aislamiento del predio. Por otro lado, la instalación del obrador comprende la construcción temporal del mismo con todas sus instalaciones complementarias, ya sean servicios, alojamiento, depósito, etc.

- Transporte y acopio de materiales: el acopio de materiales podrá producir un obstáculo visual de carácter provisorio. Tanto el acopio como el transporte de materiales producirá ruidos molestos que repercutirán en la población y pondrán en suspensión partículas que modificarán la calidad del aire.

- Excavaciones: incluye tanto las necesarias para las cimentaciones e instalaciones. Esto tendrá su impacto en factores tales como vegetación, dada la remoción de la cobertura del suelo y todo vegetal que allí esté plantado, así como también modificará de manera permanente los estratos de suelo.

- Estructuras de hormigón: implica los trabajos del hormigonado de bases. Su impacto si bien incide negativamente sobre aspectos del subsistema natural, tienen poca importancia, siendo positivos desde el punto de vista socio-económico para la población.

- Estructuras metálicas: abarca el montaje de la estructura resistente, debido a que los acabados se realizarán en taller, siendo su principal impacto la generación de ruido.

- Estructuras de cerramiento: incluye los trabajos de contrapisos, cielorrasos, colocación de paneles, cubierta y cerramientos verticales. Lo que afectará mayormente será al subsistema natural.

- Red vial interna: comprende tanto los senderos peatonales como el acceso al predio. Dicha red repercutirá en el escurrimiento superficial, así como también incidirá en la actual vegetación del predio.

### IX.5.3.2 Acciones desarrolladas durante la etapa de operación del proyecto

- Realización de eventos: comprende desde la realización de jornadas culturales, deportivas, festividades, talleres escolares, etc. Estas diversas actividades generarán un impulso económico del lugar, acompañado de un incremento de los ruidos y de los residuos.

- Mantenimiento del parque: esta acción implica el mantenimiento de la vegetación, eventuales limpiezas del parque, por lo que su incidencia será relativamente baja.

- Funcionamiento de sanitarios: el complejo hará su aporte mediante los distintos núcleos sanitarios componentes generando un gran consumo de agua cuando esté completa

la capacidad del SUM (funcionamiento de sanitarios, lavados y duchas). Por lo cual deberá preverse un pozo de agua propio para evitar la escasez de dicho recurso. Además el agua residual será conducido por la red cloacal hasta el sistema de lagunas sanitarias con las que cuenta Pueblo Belgrano (aumentando el caudal de las mismas).

#### IX.5.4 Confección de la Matriz de Bejerman

De acuerdo a lo anteriormente detallado, se procedió a la confección de la Matriz de Bejerman que se aprecia en la Tabla IX-4 y en la Tabla IX-5. En la primera puede apreciarse el impacto ocasionado por cada acción en cada rubro, mientras que en la última se observa de manera cuantitativa el valor de cada uno resaltado además con el color correspondiente según el impacto.

#### IX.5.5 Análisis de la Matriz

Una vez lista la matriz se pudo observar que las acciones más impactantes son:

- Limpieza y nivelación del terreno: los factores más afectados por la misma son el subsistema natural debido a la generación de ruidos (incremento del nivel sonoro) y la pérdida de vegetación herbácea durante el desmalezamiento y nivelación.
- Excavaciones: el factor más afectado será el subsistema natural por la pérdida de vegetación herbácea.
- Construcción civil: el factor más afectado será el subsistema natural debido al aumento de la generación de ruidos y de vibraciones.

#### IX.5.6 Medidas de Mitigación

Las medidas de mitigación tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos producidos por una obra o acción del proyecto, o alguna de sus partes, cualquiera sea su fase de ejecución. Aquellos impactos que no puedan ser evitados completamente mediante la no ejecución de dicha obra, tendrán que ser minimizados o disminuidos mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de esta o a través de la implementación de medidas específicas.

De acuerdo a lo que se apreció en la matriz, para aquellos factores más perjudicados, se detallan las siguientes medidas:

- Aire: Utilizar lonas de cubierta en las maquinarias que trasladan el material de construcción, evitando la alteración del aire por el desprendimiento de partículas de polvo. Adecuar las rutas de acceso o en su defecto humedecer permanentemente los caminos con la finalidad de mitigar las emisiones de polvos furtivos.
- Ruidos y vibraciones: en caso de verificarse niveles sonoros superiores a los límites establecidos en la normativa vigente, se deberá proceder a la instalación de aislamiento acústico

en las áreas que se generen (Capítulo Tercero del Decreto Reglamentario de la Ley 6260 y la adopción de la norma IRAM 4062).

- Flora y Fauna: reponer con especies autóctonas en los espacios libres y diseñar espacios verdes con especies adaptadas. En lo posible se deben preservar los árboles y suprimir el mínimo de vegetación. Los árboles son un bio indicador de contaminación y pueden contribuir para indicar problemas de contaminación. Además, el bosque en pie contribuirá a minimizar impactos paisajísticos. Suprimir solamente la vegetación necesaria y preservar los nidos de animales.

- Infraestructura vial: Adecuar las rutas de acceso o en caso extremo diseñar una nueva entrada exclusiva para la maquinaria de la obra.

- Accidentes laborales: Implementar un plan de seguridad ocupacional y dotar a los trabajadores de equipos de protección individual. Proveer capacitación profesional y entrenamiento en las distintas áreas.

- Desechos sólidos: Entrenamiento y capacitación de los trabajadores de las obras a construir con el objetivo del adecuado manejo de los desechos generados en la etapa constructiva. Emplazamiento de baterías sanitarias portátiles para el uso de los trabajadores de las obras de construcción

- Consumo de energía: para alcanzar un mayor ahorro energético, podría evaluarse la posibilidad de instalar calefones solares, así como disponer el uso obligatorio de lámparas bajo consumo en todo el sistema de iluminación.

Con respecto al plan de contingencia, el mismo tiene como objetivo minimizar los daños y perjuicios al personal mediante la indicación de las acciones a realizar según el cargo o posición de cada persona en caso de la ocurrencia de algún siniestro.

A continuación se enumeran las eventualidades probables de ocurrir y los procedimientos a seguir en cada caso:

- Ante incendios: en caso de que se detecte fuego y el sistema de alarma no haya puesto en marcha las sirenas de alarma, se actuará en los pulsadores manuales de incendio que el sistema dispone en todas las salidas de las áreas. A partir de este momento se seguirán las instrucciones de los puntos siguientes:

- ❖ Cuando se escuchen las sirenas de alarma, todo el personal deberá abandonar inmediatamente el lugar donde se encuentre, llevando consigo un mínimo de ropa de abrigo. Además, tomarán el extintor que tenga más próximo (para ello deberá conocer el emplazamiento de todos ellos).

- ❖ En el caso de que exista humo, no abandonar el lugar erguido, gatear o arrastrarse con un paño en la boca. Es muy importante tener memorizadas las salidas, para encontrarlas incluso a oscuras.

- ❖ Una vez en el exterior se comprobará que todos los miembros del personal estén localizados, comenzando las operaciones de extinción.
- Ante contaminación del recurso agua: En caso de detectarse anomalías en la calidad de agua o un corte en el suministro:
  - ❖ Habilitar línea de pozos de seguridad (en caso de existir) con cloración.
  - ❖ Realizar un monitoreo mensual del pozo, considerando aumentar la frecuencia del muestreo en caso de variación de parámetros indicadores.
  - ❖ De persistir los resultados se deberá informar a la autoridad sanitaria competente.

### IX.6 Conclusión

Tanto la construcción como la puesta en funcionamiento del SUM no generarán impactos relevantes. Dada su ubicación dentro de la zona urbana de la localidad, el mismo no presentará prácticamente impactos en aspectos biológicos. No ocupará, ni está cerca de, un área designada o considerada como reserva natural, sino que por lo contrario hará una puesta en valor muy significativa del actual centro de la ciudad de Pueblo Belgrano.

La obra producirá un impulso económico temporal durante su construcción y una fuente de empleo sustentable durante su funcionamiento además de brindar a la población una opción recreacional durante todo el año.

PROYECTO FINAL

# CAPÍTULO X:

Conclusión.

ALUMNOS:

- Cergneux, Emmanuel Facundo.
- Fellay, Andrea Soledad.
- Ipperi, Enzo Paolo.

## X. Conclusión

Como análisis final del presente trabajo se concluye en que la realización del mismo resultó una experiencia muy enriquecedora para cada uno de los integrantes del equipo, debido al aporte de una perspectiva global del verdadero significado de afrontar una problemática real que afecta a una población determinada, para luego ofrecer respuestas basadas en los fundamentos teóricos incorporados durante los años de carrera, con el fin de poder brindar soluciones prácticas y viables desde el punto de vista económico y técnico, cumpliendo así el papel que juega el ingeniero civil dentro de la sociedad.

En lo que respecta exclusivamente a la realización del trabajo se destaca que el mismo ha superado las expectativas a lo largo de las diversas etapas, significando un proceso de aprendizaje continuo no solo en lo académico sino también en lo personal dado los obstáculos que se fueron presentando y se debieron sortear.

Durante la etapa de relevamiento fue imprescindible el aporte realizado por diversas autoridades e instituciones a las cuales se recurrió para contar con datos fehacientes que sirvieron como punto de partida, sin embargo ante la ausencia de datos específicos se debió invertir tiempo no previsto en hallar fuentes alternativas o extraoficiales con la pérdida de confiabilidad que esto significa, considerando este hecho como un punto a mejorar.

Una vez recabada la información, se utilizó la misma para elaborar un diagnóstico de la situación de la localidad y así detectar las necesidades de la población.

Dadas las numerosas falencias encontradas, se decidió acotar el trabajo y atacar aquellas que a nuestro criterio y en conjunto con el de la cátedra se consideraron más viables de abordar en relación a las exigencias del presente trabajo.

Ya seleccionadas éstas se propusieron los distintos anteproyectos para dar solución a las problemáticas y es aquí donde fue fundamental el apoyo, predisposición y aporte de conocimiento de los profesores en cada una de las áreas involucradas.

Respecto a la modalidad de aprobación de la cátedra, creemos que es correcta, ya que gracias a la realización del presente proyecto pudimos afianzar los conocimientos aprendidos durante toda la cursada de la carrera, además de profundizar e investigar temas particulares inherentes a las soluciones y temas abordados.

Por último no se quiere dejar de mencionar que, más allá de que la concreción del trabajo significa el final de nuestra etapa como estudiantes abriéndonos las puertas para afrontar la vida profesional, es el deseo que el mismo sirva como guía de consulta para los estudiantes que realicen futuros proyectos.

PROYECTO FINAL

# CAPÍTULO XII:

Bibliografía.

ALUMNOS:

- Cergneux, Emmanuel Facundo.
- Fellay, Andrea Soledad.
- Ipperi, Enzo Paolo.

## X. Bibliografía

### X.1 Textos

- **Censo Nacional de Población, hogares y viviendas 2010. Censo del Bicentenario.** Resultados definitivos, Serie B N° 2. Argentina. Instituto Nacional de Estadística y Censos (2012).
- **Situación Ganadera de la provincia de Entre Ríos.** Entre Ríos. Ministerio de Producción. Dirección General de Ganadería (2012).
- **Información de la actividad avícola en Entre Ríos.** Entre Ríos. Ministerio de Producción. Dirección de Ganadería Bovina, Porcina y Avícola (2012).
- **Caracterización de zonas y subzonas, Entre Ríos.** Entre Ríos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2002).
- **La Economía del Departamento Uruguay, aportes para el desarrollo productivo.** Un Enfoque Desde las Cadenas de Valor. Entre Ríos. Vicegobernación (2011).
- **Proyecto Final de Ingeniería Civil “Medidas para la despolarización del Municipio Nicolás Herrera”.** Autores: Labanca Mauro, Lima Nicolás, Rivas Ignacio, Toledo Agustín. Año 2014. UTN-FRCU.
- **Proyecto Final de Ingeniería Civil “Refuncionalización Predio ex Frigorífico Gualeguaychú”.** Autores: Bocalandro Pablo, Gonzáles Emilio, Gonzáles Federico. Año 2013. UTN-FRCU.
- **Tomo 1 de “Suelos y erosión de la provincia de Entre Ríos” .**INTA Paraná.
- **Arte de proyectar en Arquitectura.** Ernst Neufert, 14° edición. Editorial Gustavo Gile S.A.
- **Código de Edificación de la Ciudad.** Rosario, Santa Fe.
- **Código de Edificación de la Ciudad.** Concepción del Uruguay, Entre Ríos.
- **Código de Ordenamiento Urbano.** Concepción del Uruguay, Entre Ríos.
- **Estructuras metálicas.** Gabriel Troglia. Séptima Edición.
- **Reglamentos, comentarios y ejemplos de los CIRSOC 101, 101,201 y 301 del año 2005.** Tablas de perfiles del CIRSOC.
- **Diseño geométrico de Vías Urbanas (2006).**
- **Manual de Carreteras Tomo I.** Blázquez – García.
- **Manual Centroamericano para diseño de pavimentos.** Ingeniero Jorge Coronado Iturbide (2012).
- **Diseño Geométrico de Vías Urbanas.** UTN-FRLP.

- **Apuntes de Vías II:** Método para el cálculo de pavimentos rígidos.
- **Norma IRAM AADLJ 2022 Alumbrado público.** Pautas para el diseño y guía de cálculo.
- **Hidrología aplicada.** Ven Te Chow – Maidment – Mays.
- **Regionalización de Precipitaciones máximas para la provincia de Entre Ríos.**

Grupo de investigación en Hidrología e Hidráulica de la UTN-FRC.

- **Cómputos y Presupuestos, 21° Edición.** Autor: Chandías, Mario.
- **Apuntes Catedra Organización y Conducción de Obras.** Unidad 5: Cómputo y Presupuesto.

## X.2 Páginas web

- **Centro de Salud:** <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-118426/centro-de-salud-de-porreres-maca-estudio-de-arquitectura>, <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-296285/archivo-centros-de-salud>, <http://davidfrutos.com/centro-medico-en-porreres/>.
- **Centro Cívico:** <http://biaar.com/realizaciones/mediateca-municipal-de-san-francisco>, <http://www.arquimaster.com.ar/galeria/obra276.htm>, <http://biaar.com/realizaciones/industrias-guidi/>, [www.arquimaster.com.ar/galeria/obra376.htm](http://www.arquimaster.com.ar/galeria/obra376.htm).
- **Paneles Térmicos de cerramiento:** <http://www.acierargentina.com.ar>.
- **Bibliotecas:** <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/766317/biblioteca-john-m-harper-branch-and-stork-family-ymca-teeple-architects>
- **Estereoestructuras:** <http://www.cimec.org.ar>, <http://www.arqhys.com/arquitectura/estructuras-espaciales-tridimensionales.html>, [http://es.wikipedia.org/wiki/Estructuras\\_espaciales](http://es.wikipedia.org/wiki/Estructuras_espaciales), <http://www.lanik.com/lanik/dm/estructuras-espaciales.asp?nombre=1387&sesion=1>.