



UTILIZACION DE LOS ARIDOS PROVENIENTES DE EXCAVACIONES EN PROYECTOS INMOBILIARIOS, PARA LA CONFECCION DE HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA.

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:
Sergio Andres Lagos Silva

Profesor guía:
Nicolas Moreno Sepulveda

Diciembre 2018
Santiago, Chile

Agradecimientos.

En este punto de mi vida en el cual, por circunstancias avance en lo laboral descuidando lo académico, agradezco a todos y cada uno de las personas que me han apoyado y cultivado día a día con cada uno de sus consejos para llegar a ser quien soy ahora, quien escribe estas palabras, por sobre todas las cosas agradezco a mi familia quienes me formaron, me enseñaron sobre la vida, sobre como plantarme ante el mundo, a respetar y ser respetado y por sobre todas las cosas a seguir adelante ante cualquier dificultad o problema que presente la vida, que uno donde valle siempre tiene que salir por la puerta ancha, dejarlo todo en la cancha, por que eso es lo que te identifica como individuo por sobre los demás.

Agradezco a mi madre por ser un pilar fundamental de mi vida con su amor incondicional y apoyo, sus retos y también por su entrega para poder lograr una persona profesional e integra.

Agradezco a mi tía quien siempre con su cariño y carisma me enseñó que uno siempre puede más, con ímpetu y confianza, que el mundo se gana con perseverancia, y nunca quebrarse, por que con ganas todo se logra.

Agradezco a mi abuela quien con su amor incondicional y comprensión infinita me enseñó que el llegar a las personas es algo mucho más allá d imponerse y doblegarlas, que el escuchar es una herramienta única y que abre muchos caminos más allá de los que uno espera.

Gracias a mi padre por su compromiso a mí, por a pesar de las circunstancias siempre estar ahí pendiente y atento a por mi persona y el también acompañarme vigilante durante este proceso.

Finalmente Agradezco a todos aquellos amigos que la vida me ha entregado como hermanos en mi vida, que me aportaron cariño y confianza, que alguna vez me retaron y que ahora solo quieren verme llegar a la meta al igual que ellos mismos, en lo profundo agradezco a la vida por darme buenos amigos todos y espero siempre tenerlos junto a mi.

La vida esta llena de desafíos, algunos mas duros que otros, mas tristes, o mas satisfactorios, pero todos, siempre, se pueden lograr con energía, disposición, disciplina y muchas ganas.

Porque la vida sería muy monótona sin problemas, mejor superarlos y ver como todo va tomando forma.

Introducción.

Dentro de los diferentes campos que se pueden encontrar dentro del rubro de la construcción, podemos encontrar un elemento en común que une, en la mayoría de los casos, a cada uno de estos sectores, este es el uso del hormigón de alta resistencia, este material, el cual esta compuesto de diferentes materiales primarios, se encuentra presente a lo largo de muchos proyectos y faenas a lo largo de todo nuestro país y a decir verdad a lo largo del mundo, referente a nuestro tema y considerando la gran demanda inmobiliaria existente en nuestros días es que como principal tema a investigar es mas allá del uso del hormigón, el uso de los áridos, estos pueden venir de muchos lugares y ser extraídos de muchas formas, pero y ¿si se extraen de donde mismo se está construyendo?, esta interrogante abre la posibilidad de porque no utilizar lo que contienen las excavaciones que en los mismos proyectos extraemos y que muchas veces son llevados a botaderos como desechos, siendo que el utilizar este material no solo podría reemplazar los métodos tradicionales de extracción de áridos, sino que también podría aportar a la conservación del medio ambiente el cual en estos momentos esta siendo gravemente afectado por diversas actividades de extracción, tanto en la región metropolitana como en otros lados del país y del mundo.

SOLO USO ACADÉMICO

Summary.

Within the different fields that can be found within the field of construction, we can find a common element that unites, in most cases, each of these sectors, this is the use of high strength concrete, this material, which is composed of different primary materials, is present throughout many projects and tasks throughout our country and to tell the truth throughout the world, referring to our subject and considering the great demand for real estate existing in Our days is that as the main topic to investigate is beyond the use of concrete, the use of aggregates, these can come from many places and be extracted in many ways, but if they are extracted from where they are being built? this question opens up the possibility of not using what the excavations that we extract from the same projects and that are often taken to waste dumps as waste, being that the utili This material could not only replace the traditional methods of extraction of aggregates, but could also contribute to the conservation of the environment which is currently being severely affected by various extraction activities, both in the metropolitan region and elsewhere of the country and the world.

SOLO USO ACADÉMICO

ÍNDICE

1.- HORMIGON	11
1.2.-ASPECTOS TÉCNICOS BASICOS DEL HORMIGÓN.....	12
1.3.-Historia.....	16
2.- ARIDOS	19
2.1.- VOLUMENES DE ARIDOS A CONSIDERAR.....	19
2.1.1.- PAVIMENTO FLEXIBLE (ASFALTO)	21
2.1.2.- PAVIMENTO RÍGIDO (HORMIGÓN)	24
2.2.- CENTROS DE ABASTECIMIENTO DE ÁRIDOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA.....	30
2.3.- ESTADO ACTUAL DE LOS RÍOS Y PROBLEMAS ASOCIADOS.....	32
3.- PLAN DE REUTILIZACION DE ARIDOS DESDE EXCAVACIONES MASIVAS.....	35
3.1.- COSTOS ASOCIADOS A LA EXTRACCIÓN Y EL TRANSPORTE DE EXCAVACIONES DENTRO DE SANTIAGO.....	36
3.1.1.- EXCAVADORAS	38
3.1.2.- RETROEXCAVADORA	39
3.1.3.MINICARGADOR	39
3.1.4.- MOTONIVELADORA.....	40
3.1.5.-CAMION TOLVA.....	41
3.1.6.- MAQUINARIAS ADICIONALES.....	42
3.2.-COSTOS	42
3.2.1.- COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN.....	43
3.2.2.-COSTOS VARIABLES.....	44
3.2.3.-COSTOS POR INMUEBLE Y OTROS.....	45
3.3.- FLUJO DE GASTOS	50
3.4.- TRATAMIENTO DE ARIDOS.....	52
3.4.1.- Clasificación Mecánica	53
3.4.2.- Clasificación Hidráulica.	54
3.4.3.- Clasificación Neumática.	54
3.4.4.- Plantas de tratamiento estacionario.....	54
3.4.5.- Plantas de tratamiento móviles.	55
4.- LEY PARA PORCENTAJE DE ARIDOS EN SANTIAGO	71
4.1.-CONOS DE DEPÓSITOS FLUVIALES:	72
4.1.1.-CONO DEL RIO MAIPO	72
4.1.2.-CONO DEL RIO MAPOCHO	72

4.1.3.-CONOS DEL ESTERO COLINA:	72
4.1.4.-DEPÓSITOS DE DEYECCIÓN:	72
4.1.5.-CONOS DE DEYECCIÓN:.....	72
4.1.6.-CORRIENTE DE BARRO:	72
4.1.7.-DEPÓSITOS LACUSTRES:.....	73
4.1.8.-SEDIMENTOS FLUVIALES DE AFLUENTES MENORES:.....	73
4.2.-UNIDADES DE CLASIFICACIÓN.....	73
4.2.1.-Relleno artificial (Ra).....	73
4.2.2.-Depósitos aluviales recientes (Qar)	73
4.2.3.-Depósitos de escombros de falda (Qef).....	73
4.2.4.-Depositos de corrientes de barro (Qcb)	74
4.2.5.-Depósitos de conos de deyección (Qcd).....	74
4.2.6.-Arenas de lampa y colina (Qalc).....	74
4.2.7.-Depósitos de pumicita (Qp)	74
4.2.8.-Ripio del Mapocho (Qrm)	74
4.2.9.-Ripio de Santiago (Qrs)	74
4.2.10.-Zona de contacto y transición (Qzct)	75
4.2.11.-Finos del noroeste (Qfno)	75
4.2.12.-Roca fundamental (Kr)	75
5.- INCENTIVO AL USO DE ÁRIDOS DE EXCAVACIONES.....	81
5.1.- CERTIFICACIONES.....	81
5.2.- INCENTIVOS ECONÓMICOS EN LA NEGOCIACIÓN	81
5.3.-NORMAS Y LEYES.....	82
6.- CONCLUSIONES.....	83

SOLO USO ACADÉMICO

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en muchas ciudades de nuestro país y específicamente en nuestra capital, desde hace algún tiempo, se produce un fenómeno llamado “densificación poblacional” la cual, genera en algunas comunas más que en otras, se genera la necesidad de construir diversas obras, en su mayoría habitacionales, movidos por la alta demanda de viviendas por sectores medios y elevados, y es que desde la formación de nuestro país, es que la migración hacia las capitales es algo que hasta nuestros días aún se genera, y es que son personas emergentes y nuevas familias en busca de hogar propio las que más demanda generan y producen el fenómeno antes mencionado.

Generalmente las necesidades que genera el mercado de la construcción, generalmente llevan a un alto consumo de hormigón, con el pasar de los años y los avances logrados en la tecnificación de nuevas tecnologías, se ha visto que los hormigones en conjunto con el acero logran comportarse de muy buena manera ante diversos esfuerzos de corte, compresión, tracción, movimientos sísmicos, flexo tracción, etc.

Para lograr esto el hormigón debe tener una cierta resistencia la cual es medida en Pa (pascales) o en Kg /cm² y la cual se obtiene al dosificar y mezclar cemento, agregados pétreos (arenas, gravilla y grava), agua y eventualmente aditivos, logrando una mezcla, la cual en un cierto periodo de tiempo, se solidifica logrando una resistencia especialmente a la compresión, que combinando el material hormigón con barras de acero, se conforma el hormigón armado, material el cual posee todas las resistencias a los esfuerzos antes mencionados.

Para el tema a tratar, el cual es “confección de hormigón con áridos de excavaciones de los proyectos inmobiliarios” se analizará las cantidades de hormigón que usamos tanto a nivel nacional como en otros países y dar referencia de cuánto de este material usa un edificio promedio.

Se conocerá un poco más del hormigón y se vera de donde proceden sus componentes, volúmenes y formas de extracción de ellos, con énfasis en aspectos medio medioambientales como económicos.

De lo anterior se contrastará con la propuesta de investigación “EXCAVACION x HORMIGON”, ventajas, procesos con algunos costos asociados y del cual se acotará a grandes rasgos su finalidad y características. Se abordarán procesos de tratamiento de áridos, dando un vistazo a las maquinarias asociadas a los procesos de tratamiento de áridos y como se abastece para las distintas actividades la Región Metropolitana de los áridos que requiere.

OBJETIVO GENERAL:

- Presentar el nivel de abastecimiento de agregados pétreos en la Región Metropolitana, que se estima por el nivel de actividad del mercado de la construcción en general.
- El aporte que puede representar, los áridos que pueden obtenerse de las excavaciones que se realizan en la región, para poder mantener el nivel de crecimiento a futuro.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Dar orden al tema desde lo más general a lo más específico.
- Analizar los índices de uso de hormigón y otras actividades en el mercado de la construcción.
- Describir impacto de la extracción de áridos bajo diferentes métodos
- Describir las entidades reguladoras de la extracción de áridos.
- Exponer diferencias entre extracciones tradicionales y método propuesto (financiera y medioambientalmente).
- Mostrar los procesos de tratamiento de áridos
- Definir ubicación estratégica de áridos en post de alternativa propuesta.

SOLO USO ACADÉMICO

SOLO USO ACADÉMICO

1.- HORMIGON

Para iniciar esta memoria es importante dar a conocer ciertos aspectos básicos del material hormigón y las partidas en donde se requieren de agregados pétreos

Se tiene que para la confección de hormigón uno de componentes de mayor volumen y necesarios desde el punto de vista técnico y económico, son los áridos como arenas, gravilla y grava, agregados pétreos que en diferentes proporciones podemos encontrar en las excavaciones, en diferentes puntos de Santiago, o de la Región Metropolitana y como con este estudio lograr reutilizar los áridos de excavaciones en la confección de hormigón.

Por otro lado, se tiene que dentro de las diferentes obras que se pueden realizar en el ámbito de la construcción, un gran porcentaje de la edificación de edificios ya sean destinados a oficinas o edificios habitacionales, se debe considerar que entre el 30 y 40% del presupuesto, está dedicado solamente a obra gruesa (excavaciones, fundaciones y estructura).

		PERMISOS MENSUALES DE EDIFICACIÓN APROBADOS EN TODO EL PAÍS (OBRA NUEVA)							
Año	M e s	Edificación Habitacional			Edificación No Habitacional			Total Edificación	Total Edificación
		Viviendas	m ² /Viv	Ind., Com. y E.F.	Servicios	Total			
		Nº	Superficie (m ²)						Variación anual
	O	8.600	663.239	77,12	172.965	69.164	242.129	905.368	-41,6
	N	11.257	844.485	75,02	194.398	205.293	399.691	1.244.176	-33,7
	D	13.558	1.146.234	84,54	311.774	173.146	484.920	1.631.154	-53,6
2017 (p)	E	11.070	862.757	77,94	175.331	102.258	277.589	1.140.346	5,5
	F	8.874	698.524	78,72	224.080	85.651	309.731	1.008.255	5,2
	M	13.322	1.010.519	75,85	265.933	97.465	363.398	1.373.917	-10,6
	A	8.379	712.928	85,09	244.571	53.251	297.822	1.010.750	-17,0
	M	13.804	1.062.449	76,97	308.419	100.858	409.277	1.471.726	16,3
	J	15.128	1.162.686	76,86	239.836	194.476	434.312	1.596.998	14,2
	J	9.632	779.591	80,94	270.315	88.919	359.234	1.138.825	51,7
	A	9.807	785.245	80,07	237.607	119.764	357.371	1.142.616	8,8
	S	7.589	623.534	82,16	252.117	68.609	320.726	944.260	-9,6
	O	7.181	622.857	86,74	173.988	148.995	322.983	945.840	4,5
(P) Cifras Provisionales									
Fuente		Instituto Nacional de Estadísticas							

Tabla 1.- Índice de permisos de edificación en Santiago

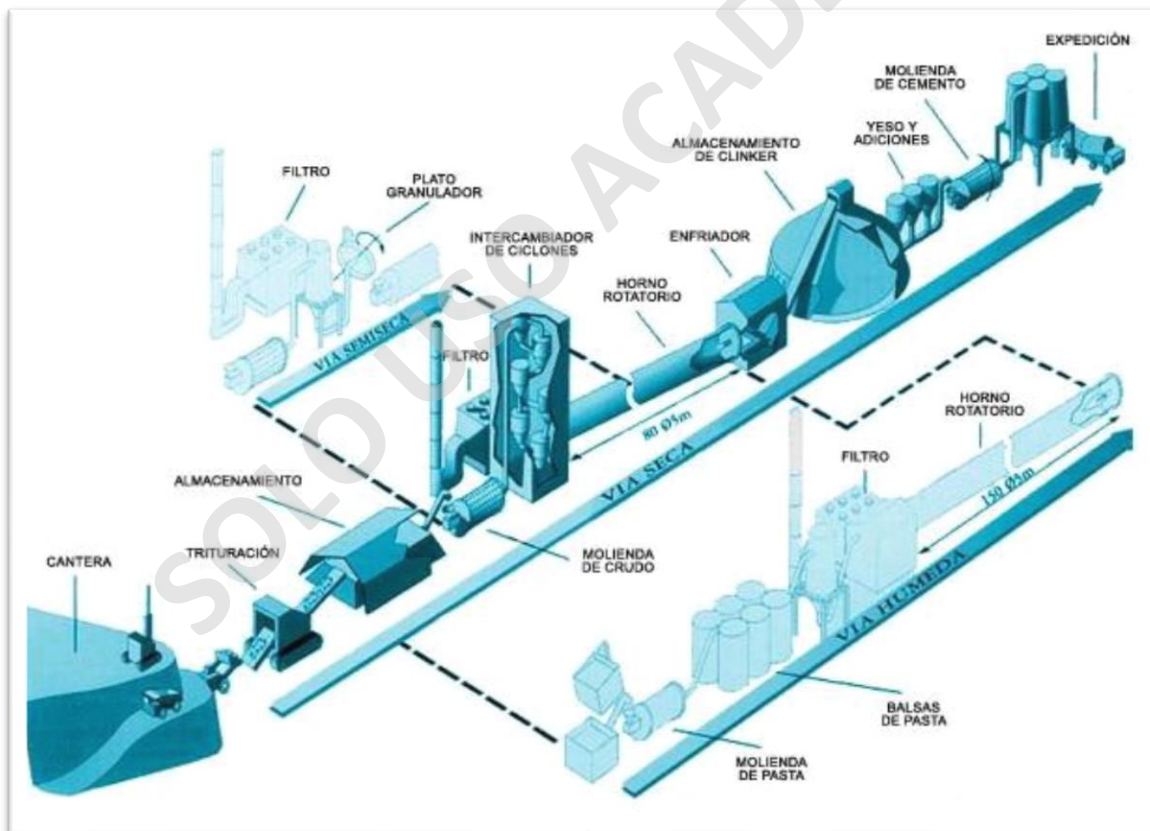
Teniendo en cuenta los puntos antes mencionados, y además dar cuenta que, de todos los proyectos un gran porcentaje de ellos considera excavaciones mayores, para lo que son fundaciones y subterráneos. es coherente dar cabida el tema de investigación planteado en esta memoria.

1.2.-ASPECTOS TÉCNICOS BASICOS DEL HORMIGÓN

Pues bien, una vez mencionados los argumentos para validar la investigación, es pertinente en este punto, dar a conocer las características a grandes rasgos tanto del hormigón en general, como de sus principales componentes y caracterizar sus procesos tanto químicos como también trabajar con este material.

El hormigón se compone principalmente de CEMENTO, ARIDOS los cuales se subdividen en arenas, gravillas y gravas y agua, adicional a esto se puede incluir aditivos como reductores de agua u otros aditivos y adiciones.

Como se estaba mencionando, el cemento es un material o componente pétreo que se obtiene de la combinación de 4 minerales calcio, silicio, aluminio y hierro, los cuales se obtienen de la extracción de piedra caliza, arenas o arcillas, bauxitas y mineral de hierro respectivamente. Estos dos últimos materiales, en menos proporción. Estos materiales son chancados y añadidos unos con otros en distintas proporciones en base a una dosificación, para luego pasar a un horno de clinquerización, el cual los funde en forma parcial, de esto se obtiene el Clinker, material el cual se vuelve a pasar por triturado hasta dejarlo como un polvo fino de color gris.



Esquema 1.- Proceso de fabricación del Cemento

Por otra parte, para la obtención de los áridos, estos son extraídos desde dos fuentes, está el pique de extracción de forma minera, de la cual se extraen grandes rocas y piedras los cuales

son llevados a una planta procesadora de áridos que en general muele o chanca estas rocas de grandes dimensiones para lograr reducirlas a determinados tamaños los cuales son clasificados en base a tamices o tamaños de mallas, de acá se obtienen áridos denominados como chancados.

Por otro lado, está la extracción de áridos desde los lechos de los ríos, los cuales con su caudal van arrastrando material a lo largo de todo su curso, el cual es acumulado en sectores más abiertos de los ríos con poco caudal y en donde se instalan puntos de extracción de estos materiales, por lo general, los áridos obtenidos acá, son denominados áridos de canto rodado por su forma redonda obtenida por la erosión del agua sobre ellos.

En éste caso, el material al igual que el punto anterior, es separado por tamaño en base a las mallas del tamiz granulométrico en donde los áridos que no cumplen por su gran tamaño son triturados para lograr el tamaño deseado.

En el siguiente gráfico, se muestran los tamaños para la granulometría recomendada en la confección de hormigón para arenas gravillas y gravas.

TAMIZ mm	Nch 163 Limite inf.	Nch 163 Limite sup.
40	100	100
20	60	90
10	40	80
5	24	66
2.50	15	55
1.25	10	42
0.63	6	30
0.32	3	19
0.16	2	8

Tabla 3.- Granulometría de áridos y sus tamices

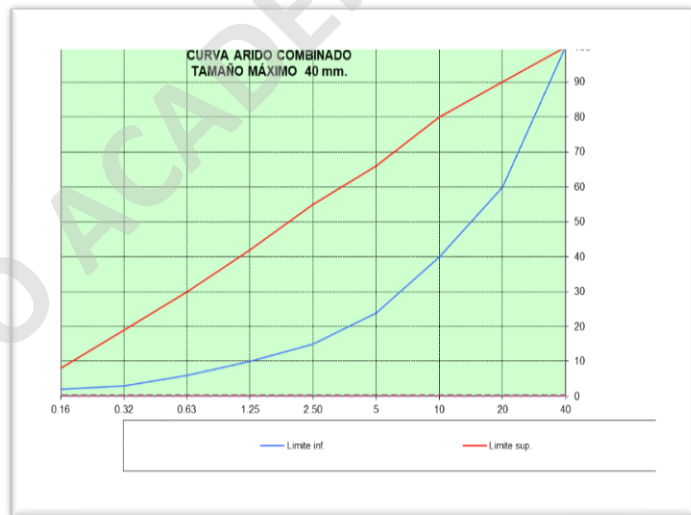


Tabla 2.- Curva de áridos combinados tamaño MAX 40mm

Es importante destacar que cada uno de los áridos antes mencionados, ya sea áridos de canto rodado como áridos de canto chancado, tienen características diferentes y tienen diferentes usos, pero para efectos de esta investigación nos es indiferente, ya que los dos áridos son igualmente efectivos al ser usados en el área de la edificación.

Ahora bien, ya que nos hacemos una idea de cómo obtenemos estos materiales y cuáles son los procesos previos antes de ser usados, es pertinente ver como es el sistema en el que son utilizados.

El sistema de hormigón armado, hoy por hoy es el sistema más usado a la hora de realizar edificaciones en altura y también en proyectos habitacionales como casas de 1, 2 o hasta 3 pisos.

Se trata de la combinación de hormigón que es la mezcla de cemento + áridos + agua, cada uno en distintas proporciones establecido bajo una dosificación previamente estudiada, para el caso la cual ajusta las cantidades de cada material, y por otra parte es la inclusión del acero como alma de cada estructura que se quiere realizar con este sistema.

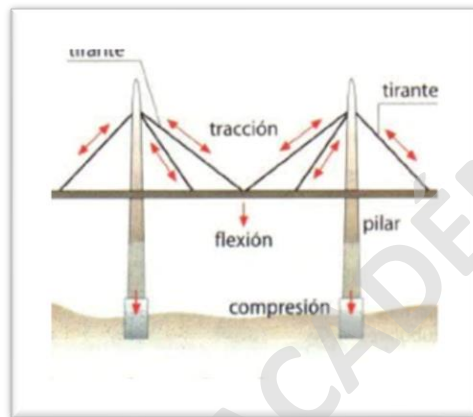


Imagen 1.- Edificio de Hormigón Armado en construcción

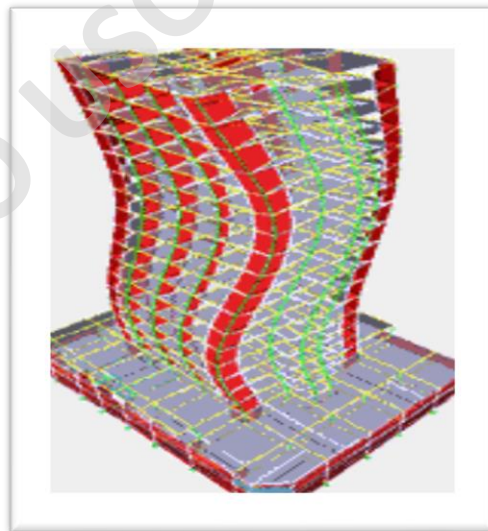
El fuerte desarrollo del hormigón como material base en la industria de la construcción, se genera con las investigaciones, en donde se combina con el acero de refuerzo, el punto está en las resistencias a determinados esfuerzos, por un lado tenemos el hormigón que es

resistente a las fuerzas en compresión, las cuales comprende resistir grandes fuerzas en forma perpendicular a las estructuras, generalmente dadas por la resistencia al peso propio de la estructura o a sobrecargas, por otra parte está el acero, el cual logra resistir de buena forma las fuerzas de flexión y tracción, las cuales son fuerzas presentes a la hora de un movimiento generado de forma externa a las estructuras como un sismo o a vientos en altura.

Como dato es importante mencionar que la combinación de estos materiales no es al azar, la relación del acero y el hormigón está sujeta a que ambos materiales presentan un módulo de expansión y contracción ante cambios de temperaturas, los cuales son muy similares y hacen que ambos materiales trabajen de la misma forma ante dichos cambios de temperatura y que uno no fracture y produzca daños en la estructura de forma interna.



Esquema 3.- Fuerzas que aplican sobre una estructura



Esquema 4.- Comportamiento de un edificio ante un sismo

1.3.-Historia.

Si se piensa que este material y a su vez este sistema es un descubrimiento reciente o a lo mejor una tecnología recién descubierta, la verdad es que se comete un error, en nuestro país el uso del hormigón data de mediados del siglo XIX, dando ejemplo de esto edificios tales como el ex Congreso Nacional (1876) o el Teatro Municipal de Santiago (1857), edificios que hasta hoy se mantienen en pie y dan cuenta de cómo se construía en aquella época.

Ahora bien, tenemos que considerar que, para entonces, esto ya era una tecnología conocida y traída desde Europa pero que, a pesar de nosotros poseer todos los recursos naturales para ser confeccionado, era algo muy caro por los procesos de extracción, tratamiento y transporte del material, hasta los lugares de construcción sobre todo en la elaboración del Clinker, por lo que solo era posible en determinadas obras con un alto presupuesto el utilizar esta tecnología.



Imagen 2.- Ex congreso nacional (1876)



Imagen 3.- Teatro municipal de Santiago (1857)

Con el paso de los años y el avance de las tecnologías adaptadas a los variados procesos ligados a la extracción de las materias primas y fabricación de cemento y la extracción de áridos para el hormigón, lo que posibilitó el incremento de proyectos que contemplaban el uso de hormigones para su confección, con esto también se dio la posibilidad de ir evolucionando en la forma de los edificios dando paso a edificios que ya no eran tan alargados y bajos, sino que más bien tenían una forma más elevada con la incorporación de mayor cantidad de pisos pero con esto también reduciendo el tamaño de sus plantas, con lo que se dieron edificios como las torres del tajamar (1967) o los edificios del barrio San Borja (1969).



Imagen 4.- Torres del Tajamar (1967)



Imagen 5.- Torres San Borja (1969)

Al día de hoy y gracias a estos avances en las tecnologías para la construcción de edificios, tanto en sus materiales como en la forma de construir y de diseñar, es que actualmente se pueden apreciar de forma cotidiana cada vez edificios de mayor envergadura ya sea en altura, densidad o extensión, como lo son, el edificios Costanera Center (2012) o la Torre Titanium (2010) los cuales dan cuenta de todos los avances que se han logrado en la construcción de edificios y quizás estos tan solo serán un recuerdo al lado de futuros edificios tal vez más grandes, talvez, más densos, tal vez más extensos.



Imagen 7.- Edificio Titanium la portada (2010)



Imagen 6.- Edificio Costanera Center. (2012)

2.- ARIDOS

Ya visto todo lo anterior, es pertinente comenzar a direccionar el foco de esta memoria, hacia el punto principal el cual son los áridos. Esto como ya se hizo mención, pueden ser de 2 tipos, chancados, los cuales provienen de plantas de áridos que se encargan de extraer roca de canteras y procesar el material, por otro lado, está el árido de canto rodado el cual se extrae directamente de bancos que encuentran en los claros de los lechos de los ríos o en las excavaciones de edificios en altura.

2.1.- VOLUMENES DE ARIDOS A CONSIDERAR

Visto la necesidad de usar áridos, también es necesario saber cuánto árido se utiliza en un año, con lo cual se puede estimar que genera ésta actividad económica, para ya más adelante saber si este puede ser compensado de alguna forma.

Como premisa y/o antecedente a evaluar tomaremos desde la base de datos de la CCHC. El índice de despachos de hormigón premezclado en un año, pero para generar un número aún más Estándar, se considerará el promedio de los últimos 5 años contando el total acumulado de los meses de enero desde el 2013 al 2017.

DESPACHOS DE HORMIGÓN							
TOTAL PAÍS							
AÑO	MES	Despachos Mensuales	VARIACION				Despachos Acumulados 12 meses
			En el Mes	A Diciembre anterior	Promedio Acumulada(*)	En 12 meses	
		m ³	%				m ³
2013	E	610.548	16,3	16,3	5,1	5,1	7.032.918
2014	E	526.531	8,4	8,4	-13,8	-13,8	6.594.369
2015	E	530.109	-4,4	-4,4	0,7	0,7	6.370.266
2016	E	580.429	-4,1	-4,1	9,5	9,5	7.215.311
2017	E	505.709	0,5	0,5	-12,9	-12,9	6.645.153

Tabla 4.- Índice de despachos de hormigón en Chile Últimos 5 años

Para el cálculo del despacho promedio de hormigón por años, se hace una estimación según el siguiente cálculo:

- Calculo del promedio de m³ de hormigón consumido en un año para Chile.
 - $m^3 \times \text{año} = \sum \text{despachos anuales años 2013 al 2017} = 33.858.017 \text{ m}^3$
 - **Promedio año = 6.771.603 m³ hormigones premezclados.**

Ahora. con este importante dato, nos es posible conocer la cantidad de árido usado dentro de este periodo.

Según (Gonzalez-Barros, 2005) nos dice que, a nivel general, para producir 1m³ de hormigón, son usados en su confección entre 1,8 y 1,9 Ton de áridos, si consideramos por una parte que 1m³ de Hormigón posee un peso aproximado de 2,4 a 2,6 Ton. Podemos obtener el dato de que el o los áridos contenidos en este m³ representan en promedio, el 74% de un m³ de hormigón.

Si aplicamos este porcentaje a nuestro dato de volumen de hormigón x año promedio, nos damos cuenta de que, en un año, se ocupan aproximadamente 5.010.986,53 m³ de áridos.

- Calculo de m³ de áridos x año promedio para Chile, empleados en la confección de hormigones.
 - $m^3 \text{ de áridos } \times \text{ año Prom.} = 6.771.603 \text{ m}^3 * 0.74 = 5.010.986 \text{ m}^3.$
 - **m³ de áridos x año Prom. = 5.010.986 m³.**
- Calculo de Ton de áridos en un año promedio de consumo para Chile.
 - $\text{TON de áridos } \times \text{ año} = 5.010.986 \text{ m}^3 * 1.85 \text{ toneladas}$
 - **TON de áridos x año = 9.270.325 toneladas.**

Según lo anterior, son aproximadamente 9,3 millones de toneladas de áridos, los que se utilizarían de forma anual para la construcción de edificios a nivel de país, sin embargo, como esta memoria solo se enfocara en la Región Metropolitana.

Según (Montenegro, 2013) el porcentaje de áridos extraídos en la RM con respecto al resto del país concentra una cifra del 40,78% lo que nos arroja la significativa cifra de 3,78 Millones de toneladas de áridos extraídos por año, solo en la Región Metropolitana o más específicamente, en la ciudad de Santiago.

Por otra parte, se deben contemplar los áridos utilizados en obras complementarias e estos grandes proyectos, como lo son los caminos, ya que así como la ciudad se densifica en su centro, también se expande y propaga en sus bordes, bordes los cuales muchas veces son zonas en que solo existe una sola vía de acceso y por lo mismo, es casi complementario que al ser poblada son tanto casas o viviendas como caminos los que se construyen en aquellos lugares.

Para considerar esta información, se utilizará la información proporcionada por el Departamento de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas.

En el documento “Red Vial Nacional – Dimensionamiento y Características” elaborado por el Departamento de Gestión Vial – diciembre 2010, documento donde se expone la cantidad de kilómetros existentes hasta esa fecha de caminos, tanto asfaltados o con carpeta de hormigón, como aquellos que no tienen carpeta, para esta tesis solo se evaluarán los datos de los caminos con carpeta tanto de una calzada como los caminos de doble calzada y solo en la Región Metropolitana.

Para estandarizar los diferentes caminos analizados, se tomarán como ancho de la calzada de 6 metros y de 12 para las dobles calzadas, para el cálculo de los áridos, se considerará un promedio del volumen entre las carpetas de hormigón y las carpetas de asfalto.

En base a lo anterior, es preciso dar características a cada uno de los tipos de carpetas que se evaluarán con tal de obtener, algunas características que nos indiquen de los volúmenes de materiales, que se utilizan en su composición.

2.1.1.- PAVIMENTO FLEXIBLE (ASFALTO)

Para este tipo de carpeta se hablará, de una composición de 3 capas, las cuales irán sobre el terreno natural posterior a los procesos de escarpe de la capa vegetal y posibles mejoramientos de terreno.

La primera capa será de una sub-base granular de entre 15 a 30 cm de espesor, dependiendo de las cargas calculadas en el diseño y de la topografía del lugar, el árido será una grava de 1” de tamaño máximo con un peso de 1550Kg/ m³.

De forma siguiente y posterior a la colocación de una capa de imprimación se coloca una capa de base granular chancada, también, de entre 15 y 30 cm de espesor con un tamaño de árido de 3/8” con un peso de 1580 Kg/ m³.

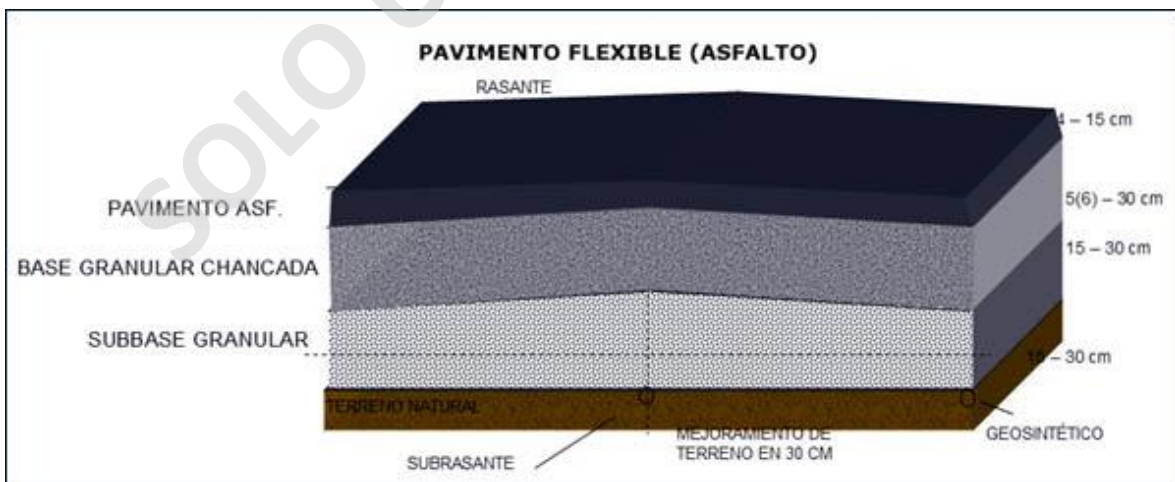
Finalmente, posterior a una segunda capa de imprimación, se procede a la colocación de la capa de asfalto o carpeta de rodado, la cual en su espesor puede variar entre 4 a 15 cm, dependiendo del diseño de este camino y para qué tipo de tránsito está pensado, con un tamaño de árido chancado también de 3/8” con un agregado asfáltico lo que logra una cohesión del material, la cual llega en un gran % los huecos de los áridos y le da una flexibilidad lo que genera un tránsito mucho más suave, para este árido se considera un peso de 1580 Kg/ m³ al igual que la capa anterior.

En base a lo descrito anteriormente los cálculos para el volumen de árido por kilómetro de calzada son los siguientes:

$$\text{Área x Kilometro} = 6\text{m} * 1000 \text{ m} = 6.000 \text{ m}^2$$

$$\text{Área x Kilometro} = 6.000 \text{ m}^2$$

- Sub-base granular.
 - **Promedio Espesor de capas granulares = 0,225 m**
 - Volumen de capa= promedio espesor de capa*Area x Kilometro
 - **Volumen de capa para 1 km = 0,225*6.000=1350 m³**
 - Peso de la Capa= 1350m³*1,55Ton=**2092,5 Ton**
- Base Granular chancada.
 - Promedio Espesor de capa= 0,225 m
 - Volumen de capa= promedio espesor de capa*Area x Kilometro
 - **Volumen de capa= 0,225 * 6.000=1350 m³**
 - Peso de la capa =1350m³ * 1,58 Ton= 2.133Ton
- Pavimento Asfaltico:
 - Promedio Espesor de capa = 19 cm
 - Promedio Espesor de capa= 9,5 cm / 10 0= 0,095m
 - **Promedio Espesor de capa = 0,095 m**
 - Volumen de capa= promedio espesor de capa*Área x Kilometro
 - **Volumen de capa= 0,095*6.000=570 m³**
 - **Peso de la Capa=570 m³ * 1,58 Ton = 900,6Ton**
- Volumen por kilometro
 - Volumen total= Volumen de capa sub-base granular + Volumen de capa Base Granular Chancada + Volumen Pavimento Asfaltico.
 - Volumen total= 1350m³+1350m³+570m³=3270m³
 - **Volumen total=3270 m³ / km**
 - **Toneladas de áridos Pro Kilometro=5126,1Ton**



Esquema 5.- Perfil de un pavimento asfaltico



Imagen 8.- Colocación de las capas granulares de pavimento flexible



Imagen 9.- Colocación y compactado Carpeta rodado-asfáltica

2.1.2.- PAVIMENTO RÍGIDO (HORMIGÓN)

Para este segundo tipo de carpeta se hablará de solo 2 capas, al igual que la carpeta anterior, también serán colocadas sobre un terreno natural posterior a los trabajos de escarpe o retiro de capa vegetal y mejoramiento del terreno según mecánica de suelos y diseño.

La primera capa a colocar será una Base granular chancada, con espesor de entre 15 a 30 cm (similar a base granular para pavimento flexible, esta será compuesta con gravilla de tamaño 3/8" con un peso de 1580 Kg/ m³).

Seguido de esto, se colocará losa de hormigón con un espesor de entre 20 a 32 cm, para esta capa se considerará un árido chancado de tamaño 3/8" ídem. A capa anterior, para la resistencia esperada, lo que variará como ya hemos hablado anteriormente será la cantidad de cemento por m³. Esta variación dependerá del diseño y las consideraciones de carga, a las cuales estará expuesto el camino.

Para efectos de esta tesis se considerará un hormigón HF 4,5 con un volumen de áridos del 74% por cada m³ de hormigón, esto según lo planteado en el punto 2.1.

En base a lo descrito anteriormente, los cálculos para el volumen de árido por kilómetro de calzada son los siguientes:

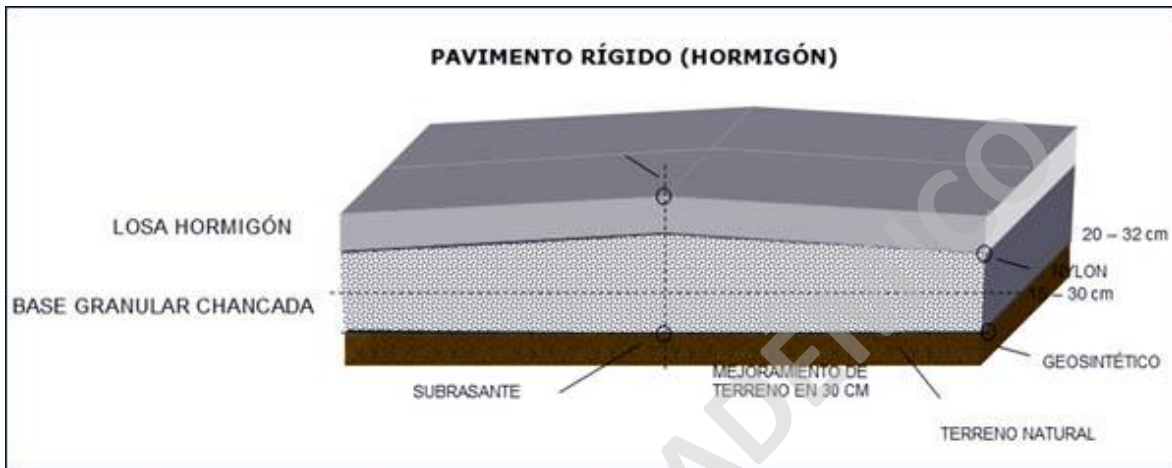
$$\text{Área x Kilometro} = 6 \text{ m} * 1000 \text{ m} = 6.000 \text{ m}^2$$

$$\text{Área x Kilometro} = 6.000 \text{ m}^2$$

- Base Granular Chancada.
 - Promedio de capa = 45 cm / 2 = 22,5cm
 - Promedio Espesor de capa = 0,225m
 - Volumen de capa = promedio espesor de capa * Área x Kilometro
 - **Volumen de capa = 0,225 * 6.000 = 1350 m³**
 - Peso de la capa = 1350 m³ * 1,58Ton = 2133Ton

- Losa de hormigón.
 - Promedio Espesor de capa = 52 cm / 2 = 26 cm
 - **Promedio Espesor de capa = 26cm/100 = 0,26 m**
 - Volumen de capa = promedio espesor de capa * Área x Kilometro
 - Volumen de hormigón = 0,26 * 6.000 = 1560 m³
 - **Volumen de áridos = 1560 m³ * 0,74 = 1154,1 m³**
 - **Peso de áridos de la capa = 1154,1 m³ * 1.85Ton = 2136 Ton**

- Volumen Por Kilometro
 - Volumen Total=Volumen de capa Base Granular Chancada + Volumen de Capa Losa de Hormigón
 - **Volumen total=1350 m³+1154,4 m³ = 2504,4 m³/km**
 - **Toneladas de áridos Por Kilometro=2133 Ton + 2135,64 Ton = 4268,64Ton**



Esquema 6.- Corte del sistema estructural de pavimento de hormigón



Imagen 10.- Pavimento de hormigón

Ya con los volúmenes definidos para cada tipo de carpeta, se puede deducir el volumen general de áridos utilizados en estas faenas.

Según el documento antes señalado, en la página 3, Se puede ver la tabla “Longitud de caminos Red Vial Nacional, Según Región y tipo de carpeta – Dic. 2010” en donde se nos muestra que para las carpetas de asfalto, solo en la Región Metropolitana existen 1.110,31 Km y para las carpetas de Hormigón existen 263,86 km, también se aprecian otras carpetas las cuales son combinaciones de carpetas flexibles y rígidas dando un total de 52,52 km.

LONGITUD DE CAMINOS RED VIAL NACIONAL, SEGUN REGION Y TIPO DE CARPETA - DIC. 2010
(Longitud en km.)

Región	Red Vial Pavimentada					Red Vial No Pavimentada				Total
						Solución Básica		Ripio	Tierra	
	Asfalto	Hormigón	Asf./Horm.	Asf./Ripio.	Horm./Ripio.	Capa Protección	Granular Estabilizado			
I	989,47	0,00	0,00	0,00	0,00	47,94	369,15	370,05	1.552,71	3.329,32
II	1.767,47	2,61	0,00	0,00	0,00	79,44	615,05	535,64	2.644,01	5.644,22
III	1.000,73	4,54	0,00	0,00	0,00	116,06	2.130,81	745,23	2.872,22	6.869,59
IV	1.244,61	46,15	9,27	0,00	0,00	48,83	767,01	2.014,14	845,15	4.975,16
V	1.087,47	232,20	25,64	0,00	0,00	970,11	0,00	547,71	298,32	3.161,45
VI	1.080,00	148,49	40,18	0,00	0,00	594,97	0,00	826,00	781,60	3.471,24
VII	1.410,03	152,85	89,30	0,00	0,00	108,07	464,91	3.172,75	1.785,63	7.183,54
VIII	1.953,68	203,57	30,41	0,00	0,00	214,27	119,57	4.872,25	1.877,59	9.271,34
IX	1.395,55	116,92	100,79	0,00	0,00	256,41	361,15	7.272,18	2.502,29	12.005,29
X	1.263,38	156,26	50,14	0,00	0,00	251,03	0,70	5.261,04	445,40	7.427,95
XI	220,19	153,89	0,00	0,00	0,00	19,83	119,68	2.181,62	203,24	2.898,45
XII	26,85	530,59	0,00	0,00	0,00	78,84	202,47	2.309,29	308,50	3.456,54
R.M.	1.110,31	263,86	52,52	0,00	0,00	673,12	6,00	558,04	313,70	2.977,55
XIV	591,92	42,50	100,91	0,00	20,88	102,05	0,00	1.946,44	290,23	3.094,93
XV	431,09	0,20	0,00	0,00	0,00	34,35	308,91	107,64	1.114,98	1.997,17
Total	15.572,75	2.054,63	499,16	0,00	20,88	3.595,32	5.465,41	32.720,02	17.835,57	77.763,74

Notas: - El tipo de carpeta Asfalto incluye a las mezclas asfálticas y los tratamientos asfálticos efectuados con proyecto específico.
- La Red Vial Solución Básica considera las Capas de Protección y las Carpetas Granulares Estabilizadas.
- Información a Diciembre del año 2010.




Tabla 5: Tabla de longitudes de caminos de una calzada por región

Por otro lado, en el mismo documento, se encuentra la tabla “longitud Dobles Calzadas, según Región y Tipo Carpeta – Dic. 2010” en donde se muestra, que en la Región Metropolitana para carpetas de asfalto, existían hasta esa fecha 388,72 km y para carpetas rígidas de Hormigón se tienen 100,08 km, también se detallan otras carpetas las cuales son mixtas las que tienen una longitud de 52,52km. Cabe notar que estas son dobles calzadas, por lo que, para la evaluación de los volúmenes de áridos, se considerara un largo de 12 m, el doble que las calzadas simples.

**LONGITUD DOBLES CALZADAS SEGUN REGION
Y TIPO CARPETA - DIC. 2010**
(Longitud en km.)

Región	Asfalto	Hormigón	Asf./Horm.	Total
I	15,90	0,00	0,00	15,90
II	50,47	1,78	0,00	52,25
III	24,39	0,00	0,00	24,39
IV	270,87	3,23	9,27	283,37
V	234,70	20,74	25,51	280,95
VI	29,25	73,70	31,55	134,50
VII	103,83	4,54	89,28	197,65
VIII	291,57	78,91	30,41	400,89
IX	126,09	10,09	100,79	236,97
X	83,40	2,18	49,90	135,48
XI	1,37	2,33	0,00	3,70
XII	0,00	0,00	0,00	6,02
R.M.	388,72	100,08	52,52	541,32
XIV	24,27	7,00	10,91	133,02
XV	17,35	0,00	0,00	17,35
Total	1.662,12	311,50	490,14	2.463,76

*Notas: - El tipo de carpeta Asfalto incluye a las mezclas asfálticas y los tratamientos asfálticos.
- Información a Diciembre del año 2010.*

Tabla 6.- Tabla de longitudes para caminos de doble calzada por región

En la página de la Dirección Vialidad del Ministerio de Obras Públicas, en el escrito de “historia de la dirección de vialidad” se nos habla en el párrafo 8 que entre 1960 y el 2010 hubo un aumento de los caminos pavimentados de 5.500 km a 18.000 km pavimentados. ” llegaron a ser en 1960, más de 63 mil, de los cuales, 5.500 eran pavimentados, alcanzando en el año 2010 a ser cerca de 80.000 km. de red vial, contabilizada como a cargo de la Dirección de Vialidad, de los que cerca de 18.000 son pavimentados y de estos últimos, casi 3.000 corresponden a carreteras concesionadas de doble calzada”. Esto nos da a entender que 50 años se ha tenido un aumento de 12.500 km lo cual nos da a entender que en promedio se construyen alrededor de 250 km de caminos por año.

Para la Región Metropolitana, si reflejamos esta condición podemos inferir que por año se construyen aproximadamente 19,67 km de caminos de los cuales 3,5 km son dobles calzadas dejando como calzadas simples un total de 16,39 km.

También se tendrá que de los caminos simples 11,68 km serán de carpeta asfáltica, dejando 4,70 km de carpeta de hormigón, por otro lado, se tendrán que de los caminos con doble calzada 2,7 km serán de carpeta asfáltica dejando 1,32 km de carpeta de hormigón.

Haciendo una recopilación de todos los cálculos previamente hechos podemos calcular la cantidad de áridos que se utilizan anualmente en la construcción de caminos en la Región Metropolitana.

- **Caminos una Calzada Asfalto**

- Volumen de áridos por caminos una calzada Asfalto= $11,68 \text{ km} * 3270 \text{ m}^3$
- **Volumen de áridos por caminos una calzada Asfalto x Año=38.193,6/año**
- Toneladas de áridos por caminos 1 Calzada Asfalto = $11,68 \text{ km} * 5126,1 \text{ Ton}$
- **Toneladas de áridos por Caminos 1 Calzada Asfalto x Año =59.872,8Ton/año**

- **Camino doble calzada Asfalto**

- Volumen de áridos por caminos 2 calzadas Asfalto= $2,7\text{km} * 3270 \text{ m}^3 = 8.829 \text{ m}^3$
- **Volumen de áridos en caminos 2 calzadas Asfalto=8.829m³ * 2 = 17.658m³/año**
- Toneladas de áridos por caminos 2 calzadas Asfalto = $2,7\text{km}*5126,1\text{Ton}=13.840,4\text{Ton}$
- **Toneladas de áridos por caminos 2 calzada Asfalto = 13.840,4 Ton * 2 = 27.680,9Ton**

- **Camino una Calzada Hormigón**

- Volumen de áridos por caminos 1 calzada Hormigón= $4,7\text{km} * 2910 \text{ m}^3 = 13,677 \text{ m}^3 / \text{año}$
- Toneladas de áridos por caminos 1 Calzada Hormigón = $4,7\text{km}*4268,64\text{Ton}=20.062,6\text{Ton}$

- **Camino doble Calzada Hormigón**

- Volumen de áridos por caminos doble calzada Hormigón= $1,32 \text{ km} * 2910 \text{ m}^3 = 3.841,2\text{m}^3$
- **Volumen de áridos por caminos 2 calzadas Hormigón= 3.841,2 m³ * 2 = 7.682,4 m³ /año**
- Toneladas de áridos por caminos 2 calzadas Asfalto = $1,32\text{km}*4268,64\text{Ton}=5.634,6\text{Ton}$
- **Toneladas de áridos por caminos 2 calzada Asfalto = 5.634,6Ton*2=11.269,2Ton**

- Volumen total de áridos/año
 - Volumen total=38.193,6 m³+17.658 m³+13.677 m³+7.682,4 m³=77.211 m³
 - **Volumen Total x Año= 77.211 m³ / año.**
 - Toneladas
Totales=59.872,8Ton+27.680,9Ton+20.062,6Ton+11.269,2Ton=118.885,5Ton
 - **Toneladas Totales x Año = 118.885,5Ton/Año**

Como se ve en los cálculos, anualmente para la construcción de caminos en la Región Metropolitana son utilizados 118.885,5 Ton/Año de áridos lo que, comparándolo con los volúmenes de áridos para edificación, estos representan solo un 3,1% del total de áridos utilizados en un año promedio, es importante destacar que los valores expresados hasta ahora, son solo una estimación de antecedentes y datos registrados por entidades dedicadas a la industria, como el MOP, la Dirección de Vialidad y la Cámara Chilena de la Construcción (CCHC), por ende estos son solo referencias las cuales pueden cubrir o no un año efectivo.

Para complementar la información con respecto de los pesos de los áridos, se ocupó la siguiente tabla, la cual nos muestra los pesos de cada árido con respecto al tamaño (arena, gravilla o grava entre otros). Cabe mencionar que para este cálculo se consideró el peso relativo de cada árido y no el absoluto u específico, ya que en la realidad al considerar su peso, es el relativo el que cuenta debido a los espacios presentes al momento de preparar el hormigón los cuales se rellenan con áridos más finos y cemento.

MATERIAL	PESO ESPECIFICO	P. U. SUELTO [Kg/m3]	P. U. COMPAC. [Kg/m3]	ABSORCION %
Cemento	3.02	1115		
Arena	2.57	1650	1840	1.90
Gravilla 3/8"	2.58	1580	1770	1.75
Grava 1"	2.59	1550	1720	
Agua	1.00			

Tabla 7.- Peso de Áridos Según tamaño y/u Clasificación

En base a todo esto y dando un ejemplo para clarificar o poder dimensionar estos números, si tomamos todos los áridos que se utilizan en un año y los convertimos en edificios de 18 a 24 pisos con un volumen de obra gruesa de 17.000 m³ promedio por edificio, obtendríamos la no despreciable cantidad de 230 edificios compuestos absolutamente de áridos.

2.2.- CENTROS DE ABASTECIMIENTO DE ÁRIDOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA

Actualmente nuestra región, es provista de áridos desde diversos puntos de ella, concentrándose en su mayoría en la zona sur y suroriente de la capital.

Por un lado, encontramos diversos focos de extracción de áridos ubicados en el río Maipo, río Clarillo, Estero de Lampa, río Mapocho (desde Talagante hasta El Monte), y el estero Colina, desde donde, a contar del año 2004 se localizan en total 15 puntos de extracción con lo que representan el 65% de la actividad de extracción de áridos en la RM.

El resto de los puntos se distribuyen entre puntos de extracción desde pozos de áridos, ubicados predominantemente en la zona poniente de Santiago y en 3 puntos de extracción desde canteras ubicadas en Peñalolén alto, punta del viento en Talagante y otro en el sector de Batuco-Lampa.

Se destacan dentro de los puntos de extracción tres en particular, ubicados en el sector de San José de Maipo, los cuales mayoritariamente extraen material fino e integral, pero que por razones climáticas y debido a las estaciones, este material es encontrado durante la época de deshielo durante la primavera año a año.

SOLO USO ACADÉMICO

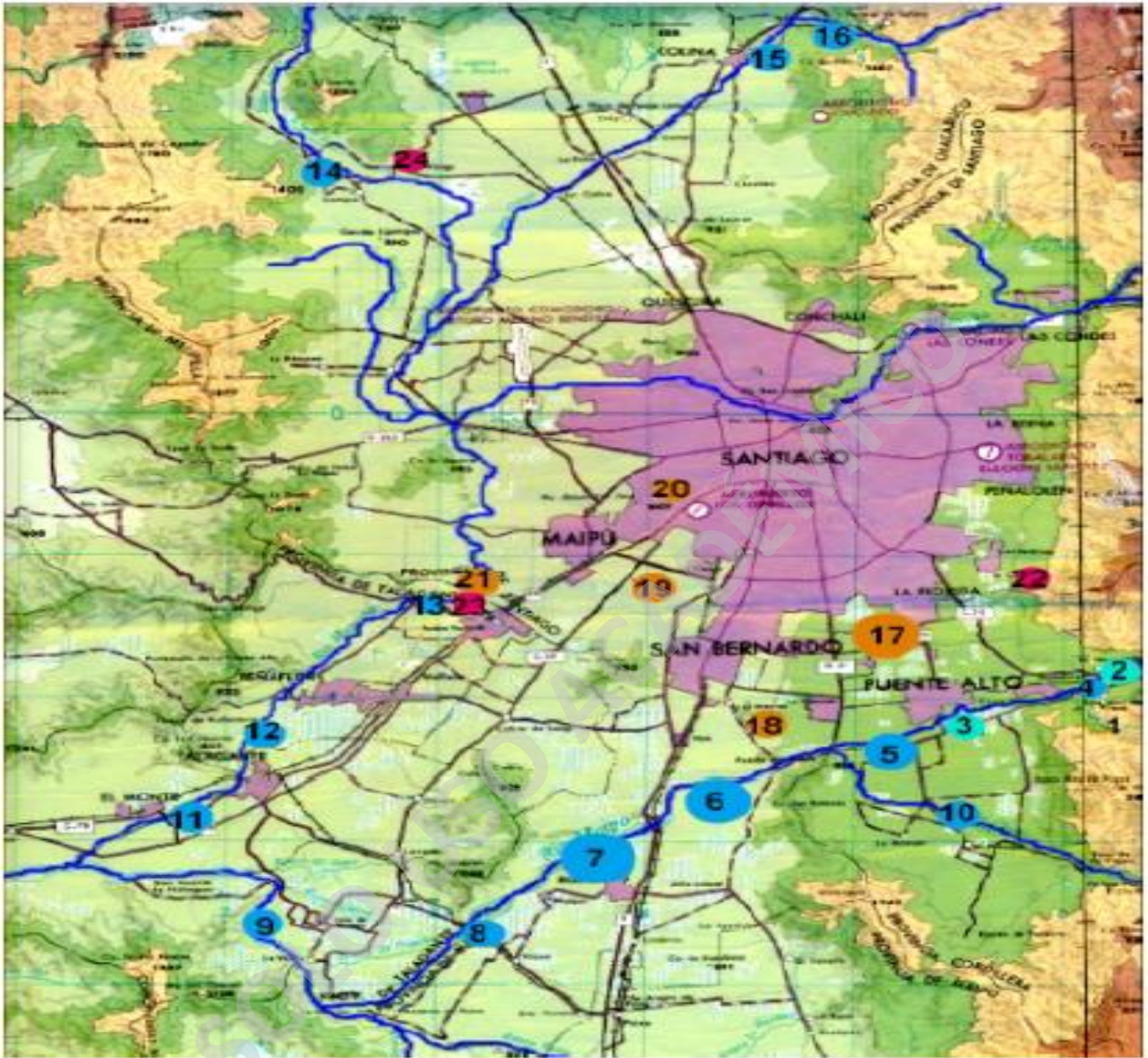


Imagen 11.- Mapa de localización de puntos de extracción de áridos en Santiago y RM.

2.3.- ESTADO ACTUAL DE LOS RÍOS Y PROBLEMAS ASOCIADOS.

Hasta este punto solo se han comentado datos con respecto a la actividad de extracción de áridos, volúmenes asociados y de donde se extraen, pero si se analiza desde otro punto de vista esta actividad, ¿no existirá algún problema asociado?

Bueno la verdad es que si, y es que dentro de este punto encontramos diversos factores, los cuales afectan al medio ambiente y también factores, que afectan a la actividad extractiva propiamente tal.

Como un gran factor a considerar en el ámbito de los factores, que afectan al medio ambiente la extracción de áridos genera desviaciones o alteraciones en los cauces de los ríos, tanto en sentido longitudinal como en sentido transversal, afectando las riveras de los ríos y así también el fondo de ellos, aspecto importante para la normalidad de un cauce.

Estos aspectos, al verse alterados por la actividad de extracción de áridos, generan efectos de socavación, en donde se ven afectados tanto las laderas del río ya sean artificiales como naturales, como las estructuras inmersas de forma artificial a lo largo de su recorrido, como pueden ser pilares de fundación de puentes vehiculares o ferroviarios esto representa por un lado un impacto económico, para quienes deban hacerse responsable por la reparación de estas estructuras y por otro lado representan un impacto o más bien un peligro, para quienes deban transitar por aquellas estructuras de forma habitual que no se hayan percatado que estas sufren daños.

Vale mencionar que el que no exista actividad de extracción de áridos en un lugar, no significa que no vaya a existir socavación en estructuras inmersas, pero estos efectos serán provocados de forma más paulatina a que si existiera la actividad en el lugar, por lo que esta representa un factor acelerante y no un factor detonador.



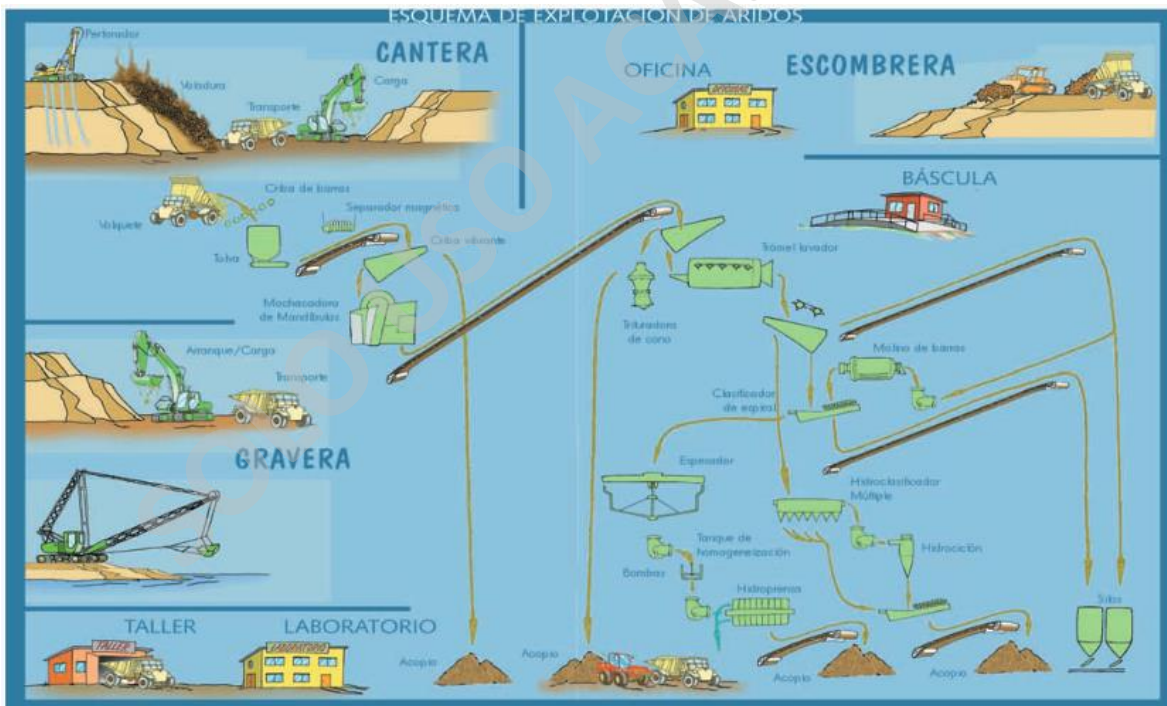
Imagen 13.- Socavación de fundación en puente de río Loa



Imagen 12.- Socavación de ladera natural

Ahora, a pesar de lo antes expuesto, la socavación y daño a estructuras, no es el único daño generado por la actividad de áridos, dentro de los efectos que esta genera de manera adicional tenemos, el enturbiamiento de las aguas tanto superficiales, como lo son las aguas del mismo río, como también aguas subterráneas, la contaminación generada, ya sea por la misma actividad extractiva o por el transporte del material a diversos puntos donde se necesitan áridos, altos índices de contaminación acústica y principalmente daños al ecosistema como destrucción del hábitat y contaminación por desechos de tipo minero, como lo es la separación de los áridos propiamente tal de materiales orgánicos u otros, que no son comercializados y que se van acumulando en otros lugares, muchas veces de una forma no legal y que causa efectos perjudiciales a este mismo y a sectores aledaños.

Estos daños, muchas veces son menospreciados ya que los lugares en donde se desarrollan este tipo de actividades, son zonas alejadas de concurrencia habitacional o que en sí, no están dentro de la densidad misma de la ciudad, pero que en cierto modo afecta a las localidades cercanas disminuyendo su calidad de vida, y destruyendo los hábitats naturales de Santiago, que vale decir, actualmente van quedando muy pocos y que por su contribución a la estabilidad de la zona son muy necesarios.



Esquema 7.- Explotación de áridos y sus consecuencias.

Como efectos hacia la actividad tenemos la construcción de represas o hidroeléctricas, las cuales limpian sus aguas previas a que estas ingresen a sus dependencias y así evitar que las turbinas con las cuales se produce la energía sean dañadas. Esto hace que disminuyan los volúmenes de arrastre propios del río y si a esto, le sumamos que por río podemos encontrar más de una hidroeléctrica, el efecto es mucho mayor. Ahora, ¿qué sucede con ese material acumulado? Las empresas, solo lo toman como desechos, los cuales son extraídos y depositados en otro lugar a manera de escombros por lo que es material perdido, considerando todo el daño medio ambiental que esto genera, la verdad, es que podría ser un negocio con un impacto mayor, a lo que genera en comparación a la extracción tradicional y aun mayor al modelo propuesto en esta memoria.

Es importante recalcar la importancia y el impacto que han tenido los áridos y que por hoy va en un constante aumento pese a la disminución del mismo, y es que, así como el petróleo, la generación de áridos propiamente tal, conlleva un proceso de millones de años. Pese a esto los áridos son un material muy abundante, pero que a fecha del 2015 su consumo a nivel mundial dobla su capacidad de regeneración con un dato de extracción no menor de 40 mil millones de ton / año lo cual supera la capacidad de arrastre de todos los ríos. (fuente: PNUMA (2014) Resumen & detalles: Green Facts.)

Si a lo anterior se suma que en Chile, la mayoría de los ríos tienen o proyectan centros de generación de energía con represas, entonces es fácil darse cuenta de que en un futuro próximo y ni tan lejano será muy poco el material, que habrá para extraer, muchos los daños generados y solo habrá dos opciones, cambiar la estrategia o el material y/o cambiar la fuente de extracción.

3.- PLAN DE REUTILIZACION DE ARIDOS DESDE EXCAVACIONES MASIVAS

En virtud de lo antes expuesto y tomando en cuenta los efectos adversos y negativos, que conlleva la realización de una explotación de áridos, sea de la forma que sea, es que en esta tesis se propone una alternativa a esta actividad.

Si bien como razón principal se tienen los costos medioambientales, que la extracción de áridos conlleva. Es importante también considerar, que gracias a la alta demanda en el área de la construcción y otros sectores sobre este material. Es que al día de hoy se ha visto la disminución de la cantidad de áridos producidos de forma natural por los ríos, esto también acompañado de la desmesurada explotación del recurso y por otro lado por la intervención de los ríos con diversos proyectos que afectan la capacidad de arrastre.

El Plan propuesto en esta memoria, “PLAN DE REUTILIZACION DE ARIDOS DESDE EXCAVACIONES MASIVAS”. Este plan plantea posibilitar la reutilización de los áridos extraídos desde excavaciones masivas de proyectos de edificación ya sean inmobiliarios, industriales, públicos u otros los cuales sean el eje central que aporte el Recurso de los áridos para luego ser utilizados en la confección de hormigón de alta resistencia, ya sea en los mismos proyectos que aportaron o en otros proyectos de la misma región.

Con esto lo que se pretende, es mitigar de forma total o por lo menos de forma parcial , las extracciones de áridos desde los lechos de ríos en la Región Metropolitana y así salvaguardar el equilibrio ecológico de aquellos lugares, como también el erradicar totalmente los botaderos ilícitos, en donde muchas veces se acumulan estos materiales en zonas no adecuadas, para la retención del mismo y evitar con ello cambios en entornos naturales.

Ésta idea se ve impulsada por el ritmo en el crecimiento de las ventas en el rubro inmobiliario y en el rápido crecimiento de construcciones palpable hoy en día en las calles de la ciudad, como también el resguardar las zonas afectadas por las actividades extractivas de áridos, y dándole como impulso un atractivo económico a quienes utilizan este recurso a través de posibles disminuciones en los costos y certificaciones que den más valor a sus proyectos, estos aspectos serán evaluados en capítulos siguientes.

Para poder dilucidar con respecto a la viabilidad del plan propuesto con anterioridad es imperioso analizar ciertos puntos clave los cuales nos mostraran si es posible llevarlo a cabo o no.

En una primera instancia, el punto fundamental a analizar en todo este tema es si la cantidad de material extraído durante 1 año de excavaciones vinculadas a proyectos inmobiliarios, logra cubrir la demanda anual de áridos solamente en la RM de forma total.

Si lo anterior no se cumple, es importante dar cuenta de cuanto es lo que esta cantidad de material extraído, es capaz de cubrir con respecto a la demanda de manera porcentual y vinculado a esto, también dilucidar algunos valores asociados a la extracción y el tratamiento de este material pero a modo de referencias como para poder dar cuenta de si en verdad esta estrategia, es más rentable o no, que el método que se emplea actualmente.

Por otro lado, es importante definir los sectores involucrados en la RM factible de contar con la cantidad de áridos, caracterizándolos en base a una posible “LEY de áridos por m³ de excavación” el cual nos de indicios de donde es más conveniente extraer áridos o que nos podemos esperar al excavar en ese sector.

Otro punto clave en todo esto, el cual combina todos los puntos anteriormente descritos, es la ubicación de una posible planta de acopio, separación y tratamiento de áridos, para luego ser despachado a las plantas de hormigón.

Por último y no menos importante, si todo resulta en base a lo considerado, es importante considerar medidas que impulsen la utilización del árido como resultado de un proceso, a raíz de las excavaciones, esto a través de incentivos como certificaciones o posibles propuestas de ley que lleven a un uso obligatorio en base a porcentajes de este material.

Recapitulando, los puntos a estudiar para la factibilidad del plan propuesto son:

- Identificar si es posible cubrir la demanda de áridos solo con lo extraído en excavaciones.
- Caracterizar el material resultante de las excavaciones dando pie a una categorización por sector en base a una LEY de áridos.
- Evaluar los costos que conlleva el tratamiento de las excavaciones para separar áridos, considerando también dentro de ello un lugar estratégico para la realización de esta actividad dentro de la ciudad.
- Considerar propuestas para impulsar el uso de los áridos de excavaciones como certificaciones o propuestas de ley.

3.1.- COSTOS ASOCIADOS A LA EXTRACCIÓN Y EL TRANSPORTE DE EXCAVACIONES DENTRO DE SANTIAGO.

Como ya se mencionó al comienzo de este capítulo, uno de los puntos a analizar con respecto a la viabilidad del plan antes propuesto, son los costos asociados a la extracción y traslado de las excavaciones, dentro de la ciudad de Santiago o dentro de la Región Metropolitana.

Esta actividad, la cual da comienzo a todo proyecto de construcción, con la finalidad de a lo menos dar lugar a las fundaciones de un edificio o fábrica, fue realizada en un comienzo con la labor de personas, quienes extraían el material excavado a punta de palas y picotas, con el pasar de los años estas faenas fueron evolucionando, logrando hoy en día la posibilidad, que estas sean realizadas de forma más rápida y con menos personas a un menor esfuerzo, a pesar de esto, aún existen algunos trabajos, los cuales siguen siendo ejecutados con pala y picota por el esfuerzo de un trabajador, como lo son la excavación de las pilas de socialzado, las cuales le dan estabilidad al terreno al momento de extraer la tierra y evitar posibles derrumbes

lo que pondría en peligro a las personas mientras rondan el lugar en sus horas de trabajo y así otros trabajos que en si son un pequeño porcentaje con respecto a la excavación masiva.



Imagen 14.- Excavación manual de pila de socalzado

Según (Jimenes, 2013)_ detalla en su tesis los recursos necesarios para llevar a cabo una excavación masiva, así como también términos y conceptos relacionados a esta actividad, los cuales son importantes manejar al momento de realizar una evaluación de estos proyectos, dentro de los cuales destacan el concepto de densidad en las excavaciones.

Por lo que podemos encontrar 3 términos relacionados:

- En Banco: se define como lo que es un metro cubico de material, tal y cual se puede encontrar en su estado natural
- Suelto o esponjado: Se dice a un metro cubico de material expandido como resultado de haberlo extraído de su lugar natural.
- Compactado: Se dice de un metro cubico de material cuyo volumen se ha reducido por compactación.

Para efectos de lo que se está investigando en esta memoria, de los tres términos antes mencionados, el más relevante es el concepto de suelto o esponjado, ya que bajo esta condición es con que se realizan las evaluaciones de m^3 de material, para así calcular el costo de la faena completa, estos conceptos son evaluados con un determinado %, el cual caracteriza al sustrato bajo su característica de aumentar al momento de ser excavado. ese es el volumen que se deposita en un camión tolva para luego ser llevado a los centros de acopio.

Para esta memoria, nos fijaremos solamente en los conceptos asociados a la maquinaria necesaria para realizar estas actividades las cuales son:

3.1.1.- EXCAVADORAS

Las excavadoras tienen la propiedad de excavar, levantar y girar secciones pesadas de tuberías y secciones de entrada dentro y fuera de las zanjas, colocar secciones de entradas y descarga de material de camiones. En algunos casos, la capacidad de levantamiento de una excavadora, es un factor para considerar para la elección en su compra o renta.

La capacidad de levantamiento de una excavadora depende de su peso y de la ubicación del centro de gravedad de la máquina, de la posición del punto de levantamiento y de su capacidad hidráulica.

En cada posición del pasador del cucharón, la capacidad de levantamiento está limitada por la carga límite de equilibrio estático o por la fuerza hidráulica.

Se dice que una excavadora está a punto de perder el equilibrio, cuando el peso de la carga en el cucharón al actuar sobre el centro de gravedad de la máquina, hace levantar los rodillos traseros separándolos de los rieles de las cadenas

También existen las excavadoras de largo alcance, las cuales están diseñadas para tareas de excavación ligera, que requieren de un alcance mayor. Para poder tener una fuerza de excavación suficientemente alto, junto con el cucharón de medidas aceptable (Medio, Grande), las excavadoras de alto alcance son ideales para excavaciones profundas en arena o grava y alimentar directamente una tolva

Existe una variada oferta de maquinaria de este tipo de maquinaria en Chile, sobre todo en Santiago, por lo que existe una gran gama de marcas y modelos como Komatsu, Caterpillar, Volvo, entre otros,

Varían según la capacidad del motor o detalles tecnológicos, alcanzando valores que fluctúan entre los 160 a 200 mil dólares cada unidad instalada en Santiago, por otro lado el arriendo de estas maquinarias tiene un valor promedio de los \$28.000 pesos por hora efectiva de trabajo con un mínimo diario de 6 horas.



Imagen 15.- Excavadora

3.1.2.- RETROEXCAVADORA

Esta maquinaria, compuesta por un brazo articulado en su parte posterior, similar a la de una excavadora y dotada de una gran pala frontal similar a la de un buldócer, se utiliza generalmente para realizar afinamientos de terrenos ya excavados por maquinarias mayores, movimiento de tierras acopiadas para luego ser cargadas en los camiones, nivelar de forma parcial superficies excavadas, confección de zanjas para ductos, etc.

De este tipo de maquinaria, existe una mayor oferta en el mercado debido a su versatilidad en la construcción, se manejan una cantidad variada de marcas como Caterpillar, JCB, John Deere y Volvo entre otras, con esto se puede obtener valores referenciales de la maquinaria, que fluctúan entre 83 a 110 mil dólares, valor representativo para la maquinaria puesta en Santiago, por otro lado el arriendo de la maquinaria tiene un costo en promedio de \$16.000 / hora efectiva de uso, registrado con un hodómetro y con un mínimo de horas por día de 6 horas.



Imagen 16.- retroexcavadora

3.1.3. MINICARGADOR

Otro tipo de maquinaria que se utiliza muchas veces, en los últimos procesos de las excavaciones es liviano y de fácil acceso a la excavación, razón por la que esta debe ser liviana y pequeña, el mini cargador cumple todos los requerimientos ya que puede ser utilizado en variados trabajos dentro de la excavación. Algunas de las actividades que pueden cumplir son:

- Termina de Extracción de la rampa de acceso de la excavación
- Cuenta con distintos accesorios para múltiples tareas
- Se puede extraer los saldos de material con ayuda del mismo capacho de la grúa

Los Minicargadores son maquinaria utilizada no solo en labores dedicadas a la excavación o directamente a la construcción, tienen un uso más variado que las dos máquinas anteriormente mencionadas, se utilizan tanto en labores forestales como industriales, por que poseen un variado número de accesorios. Debido a lo anteriormente expuesto la demanda sobre estas máquinas es mayor, tomando en cuenta que es una maquina relativamente nueva, pero la oferta no es muy variada, ya que son tres las marcas que lideran el mercado, siendo distribuidores puntuales los que distribuyen este tipo de maquinaria. La más utilizada en Chile es la Bob-Cat, Case, Caterpillar, variando los valores en Chile entre los 27 a los 33 mil dólares, dependiendo de la marca, tipo de motor, accesorios y capacidad de carga. Por otro lado, el valor de arriendo de esta maquinaria fluctúa aproximadamente por los \$12.000 La Hora efectiva de trabajo con un mínimo de horas diarias de 8 horas.



Imagen 17.- Minicargador

3.1.4.- MOTONIVELADORA

La motoniveladora es una de las maquinarias más versátiles a ocupar en la industria de la construcción, El Arriendo alcanza los \$23.000 pesos por hora efectiva de trabajo, con un mínimo de trabajo de 6 Horas por día, por otro lado, su valor de adquisición puede alcanzar cifras entre los 150 a 230 mil dólares dependiendo de la marca y su capacidad o motor, las marcas que más se destacan en el mercado son, Caterpillar, Volvo y JCB

Las principales Actividades que puede realizar esta maquinaria son:

- Construcción de autopistas
- Pavimentación y renovación de la capa superficial
- Construcción de presas
- Mantenimiento de caminos
- Apertura y limpieza de zanjas
- Limpieza de nieve
- Rellenos Sanitarios

- Construcción de oleoductos
- Mantenimiento de caminos de acarreo
- Construcción de caminos de accesos
- Perfilamiento de superficies y taludes.



Imagen 18.- Motoniveladora

3.1.5.-CAMION TOLVA

A pesar de que no son expuestos en el texto consultado anteriormente, los camiones tolva son un ítem importante al implementar una empresa de movimientos de tierra, ya que posibilitan el traslado del material extraído hasta los centros de acopios de la empresa para que sean tratados.

Existen varios tipos de camiones de esta clase, siendo categorizados según su capacidad de carga, existiendo camiones de 8 m³, 12 m³, 15 m³ y más, sin embargo, para efectos de implementar la empresa en Santiago, nos remitiremos solamente a los camiones de 8 m³ ya que son camiones que se pueden mover más fácilmente por la ciudad, por lo que su rendimiento en post de la cantidad de vueltas que pueden dar en un día es mayor a las otras opciones.

Los costos de arriendo de estos camiones son de \$100.000 pesos / vuelta a carga completa, con un estimado de 3 a 6 vueltas diarias. Importante hay que recalcar, que el costo y rendimiento siempre dependerá de la distancia a la cual se encuentre la obra del acopio ya que, a mayor distancia, mayor es el gasto de combustible para trasladar la carga y menos es la cantidad de vueltas por día.

El costo de adquisición de un camión en Santiago es de entre 120 a 130 mil dólares por una unidad nueva.



Imagen 19.- Camión Tolva

3.1.6.- MAQUINARIAS ADICIONALES.

Además de las maquinarias antes nombradas, existen otras maquinarias que están relacionadas a las actividades de extracción de tierra y trabajos de pavimentos, etc., estas maquinarias son las perfiladoras, Las cuales pueden dar diferentes pendientes a los pavimentos de asfalto u hormigón en frío, usadas generalmente en la construcción de carreteras o caminos con un gran rendimiento diario por su forma de trabajo, también tenemos las compactadoras de diferentes características como las neumáticas, las de un tambor o las de doble tambor, estas son las encargadas de compactar los terrenos y así obtener una determinada resistencia mecánica según las solicitudes del proyecto.

Si bien estas máquinas comprenden procesos relacionados a los movimientos de tierra, para esta memoria serán obviadas dentro de la implementación de maquinarias para una empresa de movimientos de tierra, esto ya que no son las maquinarias principalmente utilizadas en estas partidas, no así como las retro excavadoras y los minicargadores, por otro lado si bien las motoniveladoras para edificación solo se presentan en las etapas de demolición y no en todos los casos, si están presente en la construcción de caminos y carreteras, proyectos que también están contemplados en esta memoria.

3.2.-COSTOS

Para este punto de la memoria, se intenta dar un valor final de costos para la implementación de la empresa de movimientos de tierra por lo cual se analizarán los siguientes costos que están asociados a esta actividad:

- Costos de implementación
- costos de transporte.
- Costo de Botaderos
- Costos del terreno.

3.2.1.- COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN.

Para los costos de implementación se considerarán los costos expuestos anteriormente para las maquinarias, las cuales son los siguientes:

MAQUINARIA	ARRIENDO	ADQUISICION
Excavadora	\$28.000/h	160 a 200 Mil U\$
Retroexcavadora	\$16.000/h	83 a 110 Mil U\$
Minicargador	\$12.000/h	27 a 33 Mil U\$
Motoniveladora	\$23.000/h	150 a 230 mil U\$
Camión Tolva	\$100.000/Vuelta	120 a 230 Mil U\$

Tabla 8.- Costos de arriendo y adquisición de maquinaria

Los valores expuestos en la tabla son solo valores de arriendo de la maquinaria, por lo que adicional a esto hay que considerar el costo del operador de cada máquina el cual va desde los \$5.000 a los \$9.000 pesos por hora de trabajo diario y el costo del chofer de cada camión que va desde los \$13.000 a los \$18.000 pesos por vuelta. Estos datos fueron corroborados por los valores manejados en la Base de datos de ONDAC contenidos en la revista edición 2017.

A pesar de lo anterior, para efectos de comparar los costos entre arriendo y adquisición de las maquinarias, no se considerará el costo de los operarios, y estos solo serán incluidos al final cuando se dé un valor global.

Para evaluar esto primero se tomará el costo diario de arriendo pensando en la adquisición de 1 excavadora, 1 retro excavadora, 1 minicargador, 1 motoniveladora y 3 camiones tolva, esto independiente de si los equipos están en operación o no.

Con esto tenemos el siguiente valor:

- Excavadora = $\$28.000 * 9 \text{ h} = \$252.000 / \text{día}$
- Retroexcavadora = $\$16.000 * 9 \text{ h} = \$144.000 / \text{día}$
- Minicargador = $\$12.000 * 9 \text{ h} = \$108.000 / \text{día}$
- Motoniveladora = $\$23.000 * 9 \text{ h} = \$207.000 / \text{día}$
- Camión Tolva = $\$100.000 * 6 \text{ vueltas} = \$600.000 / \text{día}$

- Valor diario de arriendo maquinarias = \$2.511.000.-
- Valor Mensual de arriendo maquinarias = $\$2.511.000 * 30 \text{ Días} = \$75.330.000.-$

Por otro lado, para comparar la inversión de adquirir la maquinaria, se considera las mismas maquinas con las mismas cantidades, para efectos de dar un valor general se considerará el promedio del valor de adquisición especificados anteriormente.

- Valor de adquisición total de maquinarias: $180.000 \text{ U\$} + 97.000 \text{ U\$} + 30.000 \text{ U\$} + 190.000 \text{ U\$} + (125.000 \text{ U\$}) * 3 = 872.000 \text{ U\$}$
- Valor de adquisición total de maquinarias en pesos chilenos: $872.000 \text{ U\$} * \$610 \text{ pesos} = \$531.920.000.-$

Si consideramos que, por lo elevado de los costos asociados a la adquisición de solo estas maquinas, se considerará que para la adquisición se contempla un crédito bancario, el cual podrá ser pagado en 5, 10 15 y 20 años con la intención de obtener un valor mensual comparable con el valor de arriendo antes obtenido.

Crédito a 5 años	\$9.010.667/mes
Crédito a 10 años	\$4.505.334/mes
Crédito a 15 años	\$3.003.556/mes
Crédito a 20 años	\$2.252.667/mes

Tabla 9.- Evaluación de crédito

Según la tabla anterior, a pesar de que los valores no contemplan ningún tipo de interés, la decisión de adquirir las maquinarias con un crédito, es considerablemente más económico a lo largo del tiempo que el arrendar la maquinaria. Por lo que considerando que los ciclos de vida útil de una maquinaria van desde los 10 hasta los 15 años de uso, contemplando mantenciones periódicas y en los momentos que corresponda. Se puede mencionar, que sale más conveniente adquirir la maquinaria pagando el crédito con el interés pactado ya que en un corto periodo de tiempo la maquinaria estará totalmente saldada y de ahí en adelante todas las operaciones realizadas con ella solo representaran ganancias.

Sin embargo, también es importante considerar que, junto con el pago del crédito para la adquisición de la maquinaria, son diversos los gastos que conllevan el realizar operaciones con estas maquinarias.

3.2.2.-COSTOS VARIABLES

Si bien el costo de las maquinarias representa una gran inversión al inicio de cualquier negocio, no es menor, el hecho de que el utilizar u operar estas maquinarias conlleva gastos implícitos, como lo son las mantenciones, los repuestos, limpiezas, transporte de las maquinarias, etc. Los cuales en una primera instancia son gastos no tan fuertes, si se contempla la adquisición de maquinaria de primera mano, pero al pasar el tiempo estos gastos se van incrementando, hasta llegar un punto en el que el costo de las mantenciones de una máquina, supera el costo de producción de la misma, en la tesis de Yerco Jiménez (Jimenes, 2013) sobre los movimientos de tierra y sus procesos relacionados, se habla sobre este aspectos y otros los cuales son:

- Cargo por seguro.
- Cargo por mantenimiento.

- Cargo por consumo.
- Cargo por consumo de energía eléctrica.
- Cargo por consumo de neumáticos.
- **Cargo por operación**
- Consumo por piezas de desgaste rápido.

Estos diversos factores, afectan tanto al rendimiento de las maquinas, como también al valor de su trabajo, esto significa que lo que renta una maquina nueva con respecto a lo que se cobra por una cierta cantidad horas efectivas de trabajo no será lo mismo a lo que renta una maquina con 5 años de uso sobre la misma cantidad de horas efectivas, este dato es importante ya que con el pasar del tiempo los costos por estos diversos puntos de mantención aumentan y llegan a un punto en el cual el costo de mantención de una maquina es mayor que el valor rentado por horas de trabajo efectivas de la misma. En este sentido es importante realizar un buen plan de mantenciones periódicas para cada una de las maquinas en operación con la finalidad de que las maquinas tengan la menor oportunidad de presentar fallas durante su vida útil.

En el texto antes citado, se habla sobre una base estadística de significancia de las mantenciones para una máquina, la cual va desde un 40% a un 100% sobre el valor de producción de una maquina dentro de toda su vida útil, es por esto que para esta memoria se contemplara un máximo de un 60% de costo de mantenciones sobre la producción de maquinarias, esto, presumiendo que para aprovechar el máximo el rendimiento de las maquinarias solo se contemplara la permanencia de estas dentro de la empresa por un periodo de 8 a 10 años, con esto no se asumirán costos mayores de mantención y también se podrá optar a realizar la venta de la maquina con una tasa de retorno que pueda servir como pie para la adquisición de una máquina que la pueda reemplazar en sus labores.

Es importante considerar que dentro de los costos variables se consideran también el costo de los operarios de las maquinas, sin embargo, para facilitar los cálculos y considerando que los sueldos no se modifican mes a mes, se cuadraran los sueldos de los operadores en un valor mensual de \$680.000 pesos mensuales más bonos por producción, con esto el gasto mensual por operar las 3 máquinas (no se incluye motoniveladora) y los 3 camiones tolva, nos da un valor mensual de \$4.080.000.-

3.2.3.-COSTOS POR INMUEBLE Y OTROS

En la tesis (Jimenes, 2013) se hace referencia a los distintos gastos adicionales que conlleva la maquinaria a la cual estamos investigando, estos gastos son de combustible, mantenciones, neumáticos, electricidad, traslado, etc., como también existen consideraciones a su productividad, el cual nos habla que no es total durante las horas de servicio, ya que afectan condiciones de acordonamiento de la maquinaria, preparación, almuerzo de los operadores, entre otros que significan un costo para la empresa.

Si bien estos costos y gastos adicionales son significativos, impulsan con mayor fuerza la hipótesis de que es mucho mejor comprar la maquinaria con un crédito que arrendarla, ya que tendría un menor costo en conjunto con todos estos gastos, por lo que el costo solo de mantener la maquinaria sería menos.

Por otro lado, también existen otros costos, como son las instalaciones en donde se opera como central para el acopio tanto de las maquinarias como también la posibilidad de acopiar el material recolectado. Para esto es importante considerar un valor de terreno en Santiago, en zonas en donde se pueda practicar actividad industrial como la que se pretende.

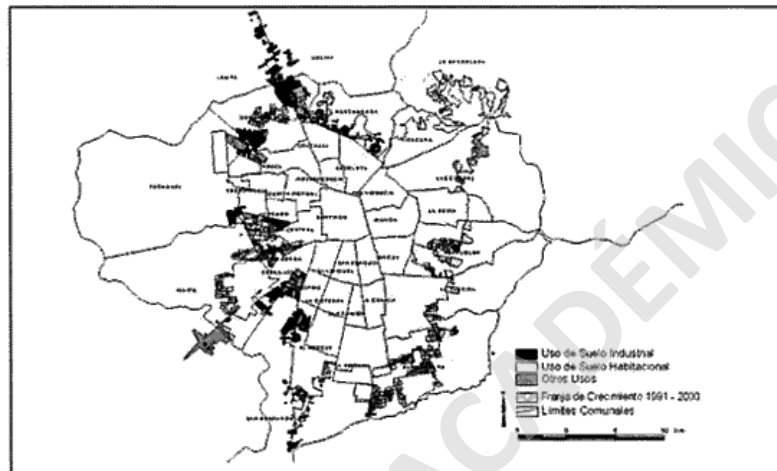


Imagen 20.- Plano de Santiago con zonas de actividad industrial

en el plano anterior se nos muestra el Santiago de los años 1990 a 2000 con sus zonas de actividad industrial claramente señaladas (color negro) los cuales están ubicados mayoritariamente en las zonas de periferia de Santiago ,esto bajo una normativa que regula los usos de suelos dentro de la ciudad y en donde se habilitan estos sectores para que las actividades ahí desarrolladas no entorpezcan ni afecten de mala manera el desarrollo de los habitantes en el centro de la ciudad o en lugares donde se concentran sectores habitacionales o de oficinas dentro de Santiago.

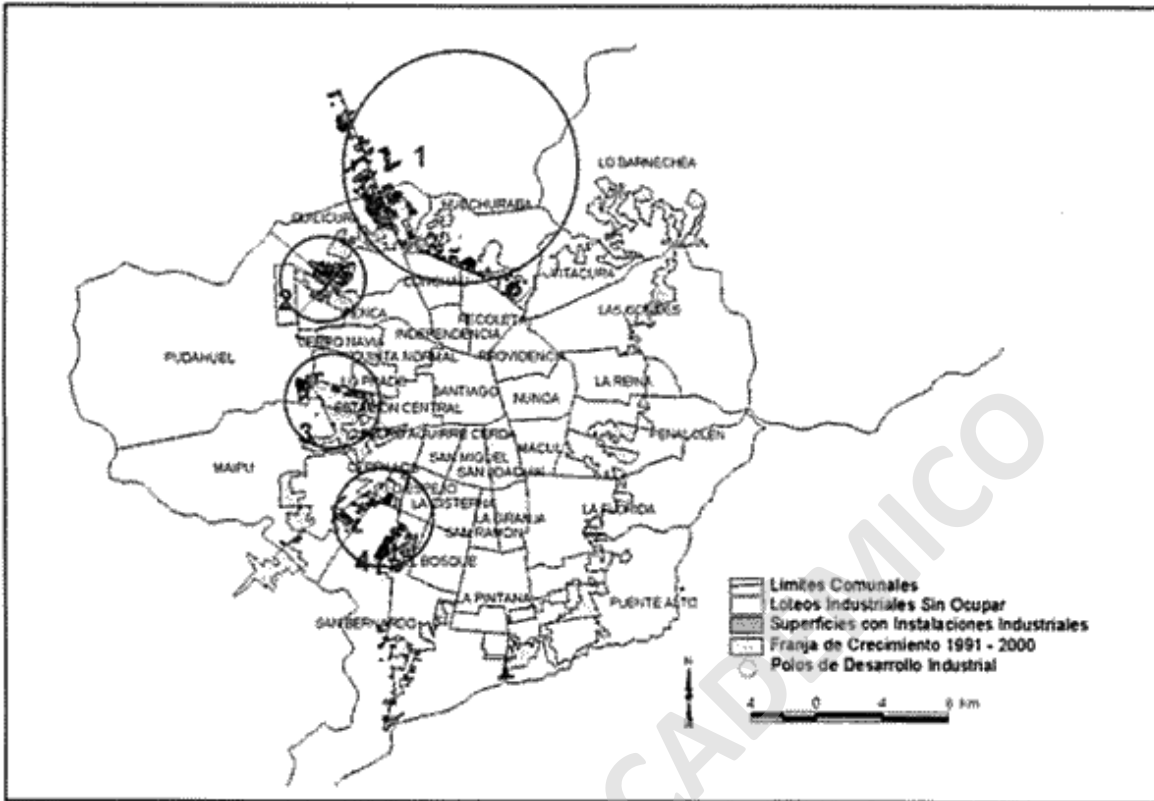


Imagen 21.- Mapa de Santiago con sus focos de mayor crecimiento industrial

También en este otro mapa, se pueden apreciar los focos con mayor crecimiento industrial dentro de la ciudad de Santiago, destacándose la comuna de Huechuraba como la zona de mayor crecimiento o con mayor superficie ocupada por este tipo de actividad, esto nos da un indicio de cómo se va moviendo la ciudad en este ámbito y cuáles son las opciones para poder desarrollar actividades como las que se están tratando en esta memoria.

Con el sentido de dar un valor apropiado al ítem de espacio para ejecutar las actividades, con la compra de un terreno, es que se investigó las publicaciones realizadas en el portal web “portal inmobiliario” con respecto a los terrenos de carácter industrial ahí publicados, también se consultaron las publicaciones de las comunas de Huechuraba, Pudahuel, Quilicura y Puente alto, siendo esta ultima el opuesto según zona de la comuna de Huechuraba, los mapas anteriores es la comuna con mayor crecimiento industrial.

En la siguiente tabla, se exponen los datos recopilados en el portal, teniendo en cuenta, la comuna, el sector, el precio tanto en uf como en pesos chilenos dimensionado a un m² de terreno y los metros cuadrados de cada terreno consultado.

nombre	comuna	UF/m2	\$/m2	m2
Pedro fontova	Huechuraba	11,77	\$ 317.602	5.000
costado mall plaza norte	Huechuraba	9,3	\$ 250.783	15.000
americo vespucio/pedro fontova	huechuraba	3,81	\$ 102.870	25.000
cañaverl 10	quilicura	3,5	\$ 94.381	20.000
san ignacio	quilicura	7,5	\$ 202.245	22.000
quilicura	quilicura	1	\$ 26.966	100.000
camino bernardo O'higgins 50	Pudahuel	0,8	\$ 21.572	70.000
Alvenius	Pudahuel	1	\$ 26.966	25.000
camino noviciado/camino renca lampa	pudahuel	2	\$ 53.934	18.000
500 metros vespucio	Pudahuel	3,9	\$ 105.171	25.000
av. Juanita/acceso sur	Puente Alto	2,2	\$ 59.327	10.000
quitalmahue	Puente Alto	1,6	\$ 43.147	33.000
hilos cadena	Puente Alto	1,3	\$ 35.055	33.000
	PROM	3,82	103.078,38	

Tabla 10.- Cuadro comparativo de valores de compra para sitios en sectores industriales

Según los datos que nos arroja la tabla, los valores promedio de un m² de terreno con fines industriales en Santiago estaría alrededor de los 3,82UF/m² o \$103.078 pesos/m², por lo que si cuadráramos los datos a la compra de un terreno de aproximadamente 3 hectáreas o más lo que nos posibilitaría el acopiar tanto maquinaria como excavaciones y a su vez el poder tratarlas, todo en el mismo lugar, se tendría que considerar como mínimo una inversión o un préstamo de UF 114.600 o en pesos chilenos **\$3.090.303.600 pesos** contemplando un crédito de 25 años, esto representaría un gasto **mensual de \$10.301.012 pesos** sin contemplar interés.

Con estos valores, si sería prudente manejar bien las opciones de un crédito bancario o el arrendar un predio con estas características en este ámbito, en el siguiente cuadro, se muestran datos recopilados de arriendos en las mismas comunas antes consultadas, y otras con los datos de publicaciones de arriendos en el portal web Portal Inmobiliario.

Valor de arriendo terreno por m2				
nombre	comuna	UF/m2	\$/m2	m2
El Huanaco/Santa Elena	Huechuraba	0,02	\$ 539	121.000
Panameicana Norte/ El Molino	Quilicura	0,01	\$ 270	21.000
(TIN) Colo - Colo	Quilicura	0,01	\$ 270	16.900
Americo Vespucion Norte 1291	Quilicura	0,02	\$ 539	49.000
M.Q. Jorjue Alessandri con Gral. Velasquez	San Bernardo	0,02	\$ 539	60.000
La Vara	San Bernardo	0,02	\$ 539	20.000
	PROMEDIO	0,0167	449,333333	

Tabla 11.- Cuadro comparativo para valores de arriendo de sitios en sectores industriales

Para este caso, basándose en los datos promedio de valor UF/m² de 0,0167 o \$450 pesos el m² arrendado, podemos dar cuenta que para el arriendo de un predio de 3 hectáreas o 30.000 m² se tendría que cancelar mensualmente, la no menor suma de **\$13.500.000.- Mensuales**, lo que en 2 años daría un total de 324 millones de pesos, lo suficiente como para presentar de pie para un crédito bancario, ante esto, el gasto entre comprar un predio o arrendarlo es muy similar.

Cabe destacar que dentro de los datos recopilados, se pueden dar luces de algunas características de los sectores consultados, como lo es que los mayores precios se encuentran en el sector de Huechuraba, lo que no es extraño, considerando que es la zona con mayor crecimiento en lo que respecta al área industrial por lo que su demanda es mayor que el resto de las comunas, siguiéndole Quilicura, por ser un sector colindante, Pudahuel, y Puente Alto.

Por otro lado, también es importante denotar que a mayor es el tamaño del predio, menor es su valor por m², por lo que no sería una mala opción el considerar adquirir un predio de mayor tamaño en post de lograr un mejor precio.

3.2.3.1.-INSTALACIONES DE FAENA

Dentro de las instalaciones de faena apropiados para la recepción de los trabajadores y su instancia entre obra y obra y también para los mecánicos y personal que este en las dependencias de acopio de la empresa, serán necesario contemplar instalaciones los cuales den el confort necesario para su estancia.

Para este punto serán contemplado la compra de contenedores configurados para cumplir los distintos servicios, como lo son servicios higiénicos, camarines, comedor, y también oficinas para las operaciones comerciales de la empresa.

Para dar valor es este punto se tomaron como referencia presupuestos de venta obras ya finalizadas las cuales son

Obra “Exequiel Fernandez” de constructora Ingevec y obra “Da Vinci 7000” de constructora Copahue en la comuna de Las Condes.

Para Esto se compararon los valores de ambos presupuestos para cada uno de los ítems.

Comparacion de gastos instalaciones de faena						
item	unidad	Cantidad	Exequiel Fernandez	TOTAL	Da Vinci 7000	TOTAL
Contenedor oficina Con baño	gl	2	\$ 616.667	\$ 1.233.334	\$ 653.000	\$ 1.306.000
Contenedor oficina	gl	1	\$ 566.667	\$ 566.667	\$ 580.000	\$ 580.000
Contenedor Bodega	gl	1	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 768.000	\$ 768.000
Contenedor Baños	gl	1	\$ 983.334	\$ 983.334	\$ 684.000	\$ 684.000
Contenedor Vestidores	gl	1	\$ 516.667	\$ 516.667	\$ 360.000	\$ 360.000
Contenedor comedores	gl	1	\$ 415.000	\$ 415.000	\$ 480.000	\$ 480.000
Flete Contenedores	gl	6	\$ 160.000	\$ 960.000	\$ 155.000	\$ 930.000
				\$ 5.175.002		\$ 5.108.000

Tabla 12.- cuadro comparativo de instalaciones de faenas de proyectos ya ejecutados

Como se muestra en la tabla anterior, los gastos por instalaciones de faenas representan un bajo porcentaje a lo que inversión inicial por maquinarias y terreno respecta, es por esto que para este ítem solo se destinara un 2% adicional a lo contemplado en la inversión inicial para este ítem.

3.2.3.2.-GASTOS GENERALES

Para los gastos generales Mensuales para gestionar y realizar las operaciones como lo son, gastos de documentos y tramites, implementación de las oficinas y distintos recintos del lugar, sueldo de los funcionarios no operarios de las maquinarias, entre otros.

Para este ítem se contemplarán de forma estimativa un 11% adicional a los gastos mensuales realizados por la empresa.

3.3.- FLUJO DE GASTOS

Para lo siguiente se presentan los flujos de gastos considerando diferentes aspectos antes analizados.

para la inversión de maquinarias, se considerará optar por un crédito bancario durante un periodo de 10 años, esto contemplando que el periodo de uso que se contemplaran para las maquinarias serán de aproximada mente unos 8 a 10 años para así poder hacer el cambio de la maquinaria pudiendo mantener una tasa de retorno que facilite la adquisición de nueva maquinaria.

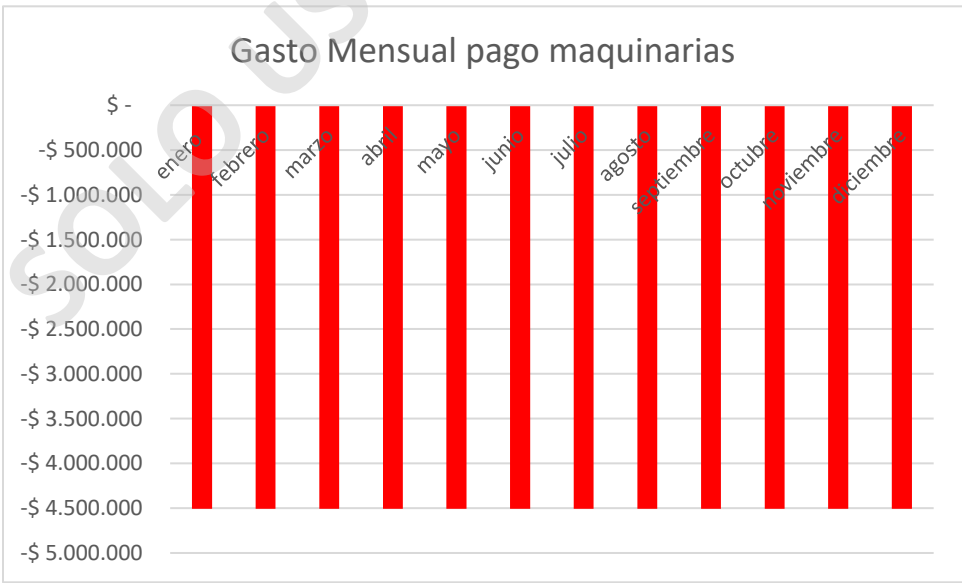


Gráfico 1.- Gastos Mensual para pagos de maquinarias proyectado en 1 año

Por otro lado, para los gastos del terreno se optará por arrendar un lugar durante los primeros 5, esto con motivos de que si opta a la compra se tendrá que considerar como inversión el pie inicial del crédito que según las diferentes entidades y sus normativas para deudas, se estima que este represente entre un 10% a un 15% del valor total de la propiedad, esto significaría tener la suma de \$480.000.000. de peso adicionales a lo que se deberá cancelar mensualmente por las cuotas del crédito, con esto los valores mensuales se elevaran demasiado.

En base a los costos de arriendo estudiados con anterioridad, se tomará como dato el promedio de arriendo del cuadro “xx” el cual nos arroja un valor de arriendo de \$450 /m² lo que para una propiedad de 30.000 m² da un total de \$13.500.000.- Mensual.



Gráfico 2.- Gastos Mensual para arriendo de terreno proyectado en 1 año

En conjunto, éstos dos gastos representan un costo mensual de \$18.005.334.- mensuales, a esto sumarle los costos de los gastos generales que son un 11% sobre los costos de inversión, lo que da un valor de \$1.980.587, los costos de las instalaciones de faena los cuales repartidos durante los primeros 12 meses de operación dan un valor mensual de \$360.107, los costos variables por operación de las maquinarias el cual es un 45% del costo inicial de las maquinarias lo que nos da un valor mensual de \$1.994.700.- mensuales y los costos por operarios los cuales se cuadraran mensualmente en \$4.000.000.-

Con estos valores antes ya se puede dar un costo mensual de operación el cual es el siguiente.

Item	Valor
Pago mensual de credito Maquinarias	\$ 4.505.334
Arriendo mensual terreno 3 Hectareas	\$ 13.500.000
Costos variales de operación maquinarias	\$ 1.994.700,00
Costos operarios	\$ 4.000.000,00
Instalaciones de faena	\$ 360.107,00
Gastos Generales	\$ 1.980.587,00
Total	\$ 26.340.728

Tabla 13.- Cuadro resumen de gastos mensuales para operaciones de planta excavaciones

Como da cuenta la tabla anterior, los gastos para una empresa de estas características, en forma mensual son bastante elevados, por lo que en los primeros periodos de funcionamiento solo se contemplan gastos de inversión, los valores con los cuales se trabajaron y los datos aportados, solo se contemplan como referencias para así poder contraponerlos con datos de venta de servicios de excavación y retiro de tierra , extracción de áridos y venta de áridos, los cuales serán vistos en los capítulos siguientes.

3.4.- TRATAMIENTO DE ARIDOS

Con respecto a tratamiento de áridos, este, se compone de 3 etapas generales hasta obtener el producto final los cuales son , la extracción del material , la selección de los áridos y el tratamiento mismo del material, esto a grandes rasgos, como ya lo hemos visto durante esta presentación, para la extracción del material existen distintos métodos los cuales pueden ser de forma técnica la extracción en medio seco (pique de extracción) o faena húmeda (extracción desde lechos de rio), sin embargo para efectos prácticos de esta memoria, solo nos referiremos a el método de faena seca la cual es la que mejor se adecua con respecto a las excavaciones masivas. No obstante, esto es importante mencionar que dentro de estas también podemos tener faenas húmedas las cuales son generadas por la presencia de nivel freático en el punto de extracción.



Esquema 8.- Proceso de extracción y tratamiento de áridos

Para continuar ahondando en el tema, durante la selección de los áridos, se utilizan distintos métodos para separar diferentes tamaños, estos métodos se separan en tres tipos.

3.4.1.- Clasificación Mecánica

Esta clasificación se caracteriza por usar el método del “CRIBADO” el cual se define como el paso del material por mallas o tamices de distintos tamaños los cuales van separando el material en base a estos tamaños.



Imagen 23.- Criba de resonancia

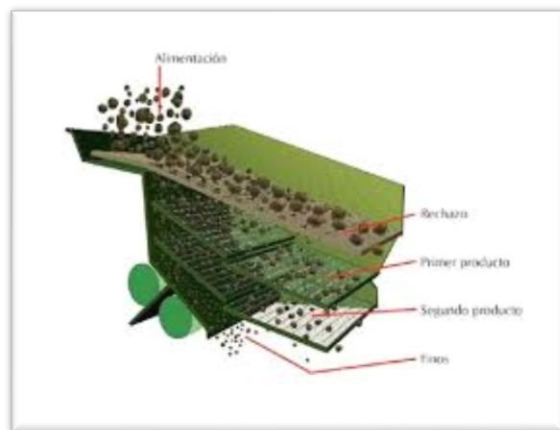


Imagen 22.- Criba vibratoria

3.4.2.- Clasificación Hidráulica.

Se basa en las diferentes velocidades de caída de las partículas de diferentes dimensiones dentro de una corriente de agua, la cual las va arrastrando y separando.

3.4.3.- Clasificación Neumática.

El material es separado mediante una corriente de aire. El soplador aporta una corriente de circulación que actúa contra la gravedad, separando el material según el peso específico de las componentes.

En base a lo visto anteriormente a lo largo de esta memoria, se tomará como opción la clasificación del material vía Selección mecánica, esto ya que es el método que requiere menos inversión para su ejecución y también porque es el método más rápido, esto debido a que para efectos del tratamiento de los áridos solo se preocupa de separar los tamaños superiores a 32mm del resto, los cuales pasan directamente a las chancadoras.

Es importante mencionar que para el método de extracción de áridos que se está analizando el cual es a través de las excavaciones masivas, si existe una posibilidad de extraer material en faena húmeda, esto por la posible existencia de nivel freático en el terreno el cual se está excavando, para esto es importante tener gran cuidado con la limpieza del material el cual debe ser lavado ya sea para material extraído tanto en faenas secas como en faenas húmedas, de lo contrario, se pueden generar problemas con la maquinaria por suciedad dentro de sus mecanismo y sobre desgaste en sus capachos y tambores, como también puede afectar a la calidad del árido ya que al estar contaminado este ya no podría ser utilizado en preparación de hormigón.

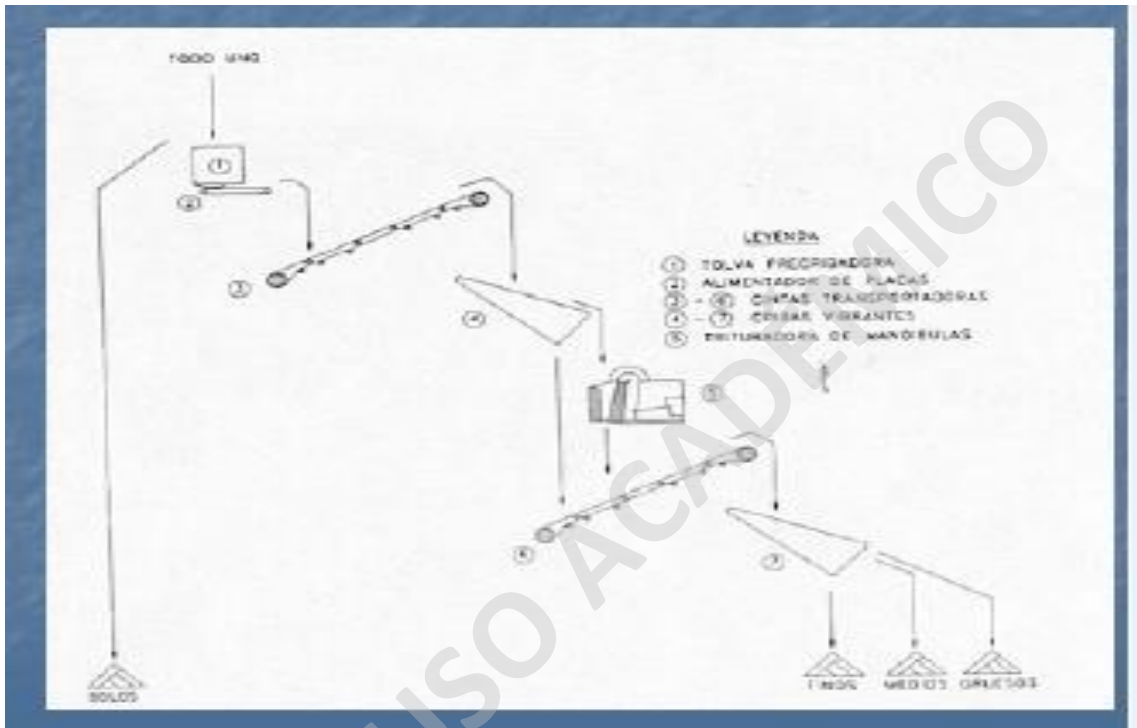
Para la logística de una planta de tratamiento de áridos existen una gran cantidad de configuraciones y cantidad de líneas de procesamiento, esto dependerá de los volúmenes que se pretendan manejar para la producción, dentro de los tipos de plantas de tratamiento tenemos de dos tipos.

3.4.4.- Plantas de tratamiento estacionario.

Las plantas de tratamiento estacionario, como su nombre lo dicen, son plantas las cuales están compuestas de maquinarias que no están adaptadas para poder movilizarse por si mismas dentro del predio en el cual se está ejecutando la actividad, en este caso, este tipo de plantas son totalmente dependientes de otras maquinarias las cuales se encargan de acopiar el material y a su vez de poder llevarlas hasta el lugar en donde se encuentran las chancadoras, por otro lado estas máquinas tienen una mayor capacidad de tratamiento de volúmenes de áridos pero tienen la necesidad adicionalmente de necesitar una mayor cantidad de

Cribadoras para poder seleccionar los áridos, por lo general estas maquinas son utilizadas para la producción de áridos primarios, secundarios y terciarios los cuales para este último caso es necesario contemplar una etapa más a al proceso de tratamiento los áridos que se producen en estas plantas son áridos para hormigón de obra, material para estabilizado y sub carpeta para caminos de asfalto u hormigón

Cabe mencionar que, en este tipo de plantas, el gran inconveniente es la selección de los áridos finos, por lo que generalmente el material tiene que ser previamente seleccionado o lavado.



Esquema 9.- ejemplo de configuración para una línea de tratamiento de áridos

3.4.5.- Plantas de tratamiento móviles.

Por otro lado, las plantas de tratamiento móviles, son aquellas compuestas de maquinarias las cuales, si pueden desplazarse ya sea a través de remolques como lo son las estaciones con patas o con orugas y las que pueden movilizarse por sí mismas dentro del predio en donde se está ejecutando la actividad, esto facilita mucho más la logística con respecto al acopio de los áridos primarios, sin embargo, muchas veces estas maquinarias tienen una capacidad de tratamiento medio o pequeño con respecto a las plantas estacionarias.

La gran ventaja de estas máquinas es que diferencia de las anteriores está en la posibilidad de seleccionar mayor cantidad de áridos logrando diferentes tamaños desde una sola máquina, por lo que no es necesario contemplar cribas en etapas intermedias de la línea de tratamiento y también pueden hacer selección de áridos finos.

En general los áridos que se producen en este tipo de plantas son áridos primarios y secundarios los cuales fluctúan su tamaño entre los 150mm y los 50mm



Imagen 24.- Planta de tratamiento Móvil



Imagen 25.- Planta de tratamiento semi móvil

Para poder generar una planta de procesamiento de áridos, estas no solo están compuestas de chancadoras y cribadoras, también, existen otras maquinarias las cuales son fundamentales para completar el proceso de tratamientos, estas máquinas son las siguiente.

Alimentadores. - estos se ubican al principio de toda la línea y como su nombre lo dice su principal labor es la contener en una primera instancia todo el material a tratar para ser ingresado a la línea de tratamiento.

Estos alimentadores pueden ser de dos tipos vaivén, las cuales alimenten la línea a través de un movimiento repetitivo que libera cierta cantidad de áridos por ves o vibrantes las cuales

desarrollan un movimiento constante lo que hace que el material avance hacia la línea de forma continua.



Imagen 26.- Alimentador de vaivén



Imagen 27.- Alimentador vibrante

Machacadoras. - están se ubican en la línea siguiente a los alimentadores y son las encargadas de comenzar a fragmentar el material que ingresa a la línea de tratamiento.

Estas pueden ser de diferentes tipos

Machacadores de mandíbula. –

Estas se caracterizan por poseer una mandíbula móvil y otra fija las cuales al momento de ir ingresando el material a su interior estas se mueven acercándose una a la otra lo que ejerce una presión sobre el material y los fractura, luego este sale por la parte inferior del sistema.



Imagen 29.- Machacadora de mandíbula



Imagen 28.- Machacadora de mandíbula

Machacadoras giratorias. –

Este sistema es compuesto de dos piezas, un cono central el cual se mueve de forma pendular y otro cono perimetral el cual contiene el primer cono y que realiza un movimiento excéntrico, la forma de funcionar de este sistema es rotando cada parte a su manera lo que hace que se vayan acercando y alejando entre si en diferentes secciones cada cierto tiempo esto posibilita el avance del material al momento de alejarse y lo fragmenta cuando se acercan.

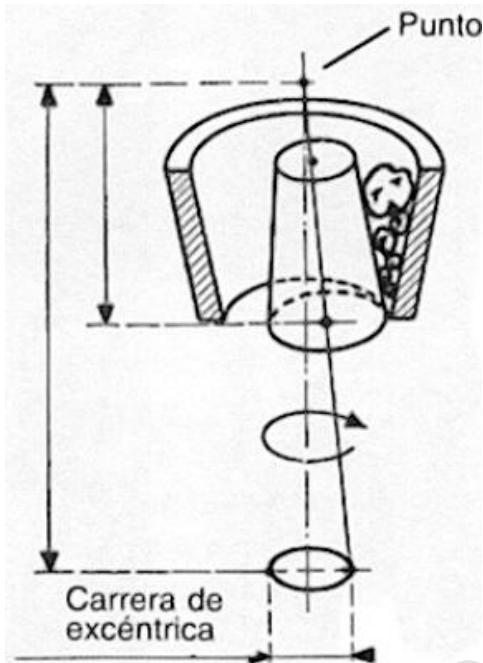


Imagen 31.- Machacadora giratoria (Diagrama).

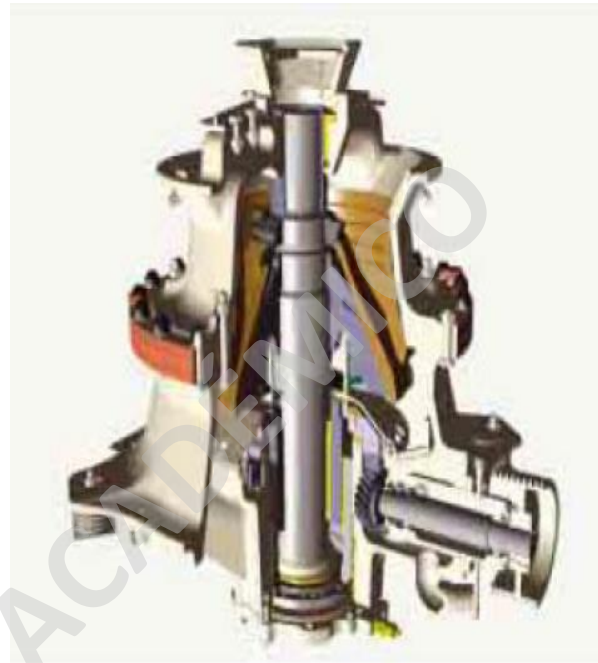


Imagen 30.- Machacadora Giratoria (corte)

Molinos de impacto. –

Este sistema este compuesto por un rotor el cual posee martillos de tamaños variables según sea le modelo y su disposición para generar áridos de diferentes tamaños, estos martillos lanzan el material contra unas carcavas interiores las cuales al ser impactadas van fragmentando los áridos, su disposición de tamaño máximo de este sistema dependerá del tamaño de los martillos o del espacio entre estos últimos.



Imagen 33.- Molino de impacto

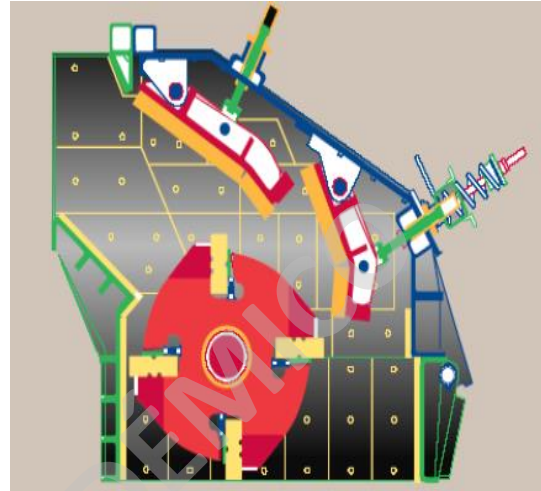


Imagen 32.- Molino de impacto (Diagrama)

Cintas transportadoras. –

Como su nombre lo dicen, estas maquinas transportan el material desde un punto el cual por lo general es el fin de algún sistema de trituración de áridos hasta otro de acopio de los mismos dejándolo caer a una determinada altura, posibilitando el acopio de gran cantidad del material, estas maquinas pueden clasificarse entre bandas móviles o fijas las cuales se

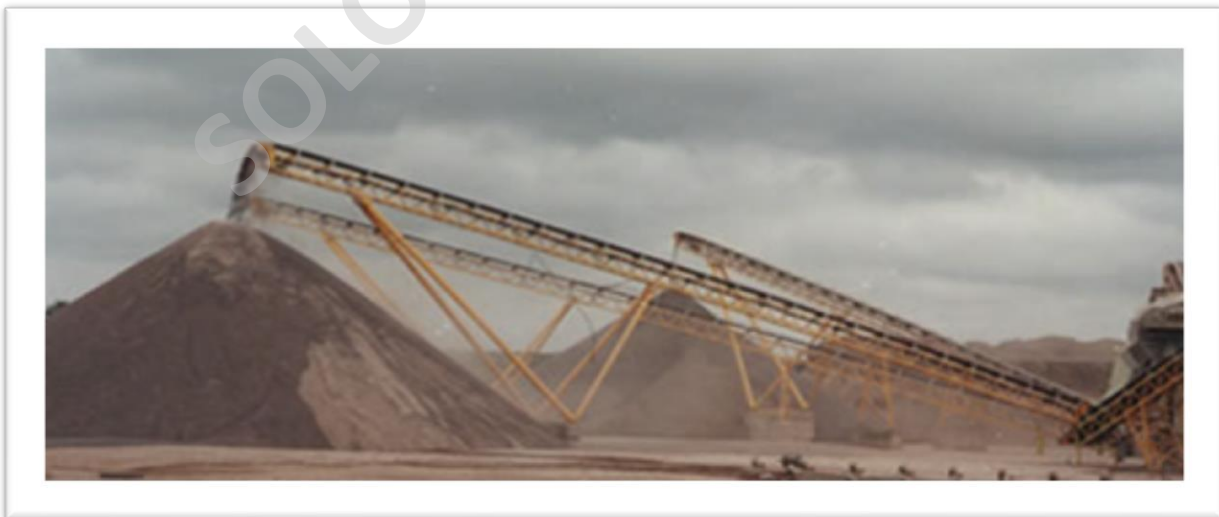


Imagen 34.- Cinta transportadora

diferencian básicamente por su capacidad de poder desplazarse (móviles) o no (fijas). Estas existen en diferentes tamaños los cuales varían según la distancia a la cual son capaces de transportar el material y la altura que pueden alcanzar las cuales varían desde los 2 hasta los 6 metros de altura.

Aparatos de lavado. -

Estos tienen por finalidad eliminar todo tipo de elemento ajeno a los áridos los cuales por lo general son raíces, tierra vegetal, arcilla o finos procedentes de la gravas generadas durante el proceso de generación de las mismas y que quedan adheridas a ellas.

Estas pueden ser de diferentes tipos como lo son las Cribas con ducha de agua, tambores lavadores, roscas lavadoras, norias, entre otras.



Imagen 35.- Criba con ducha de agua

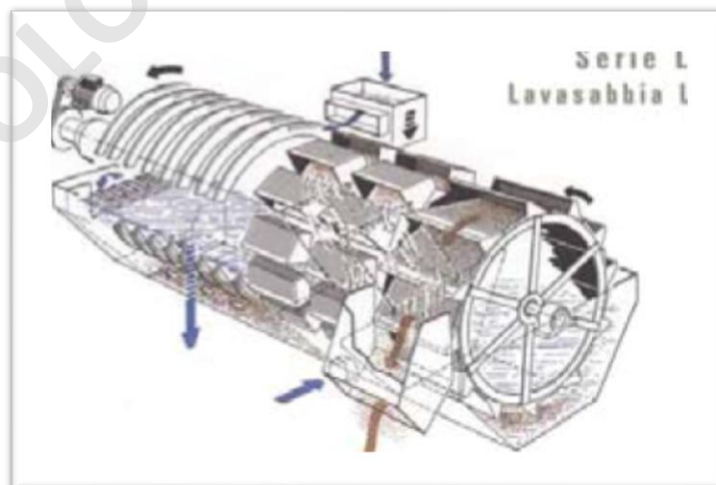


Imagen 36.- Tambor Lavador



Imagen 37.- Roscas Lavadoras

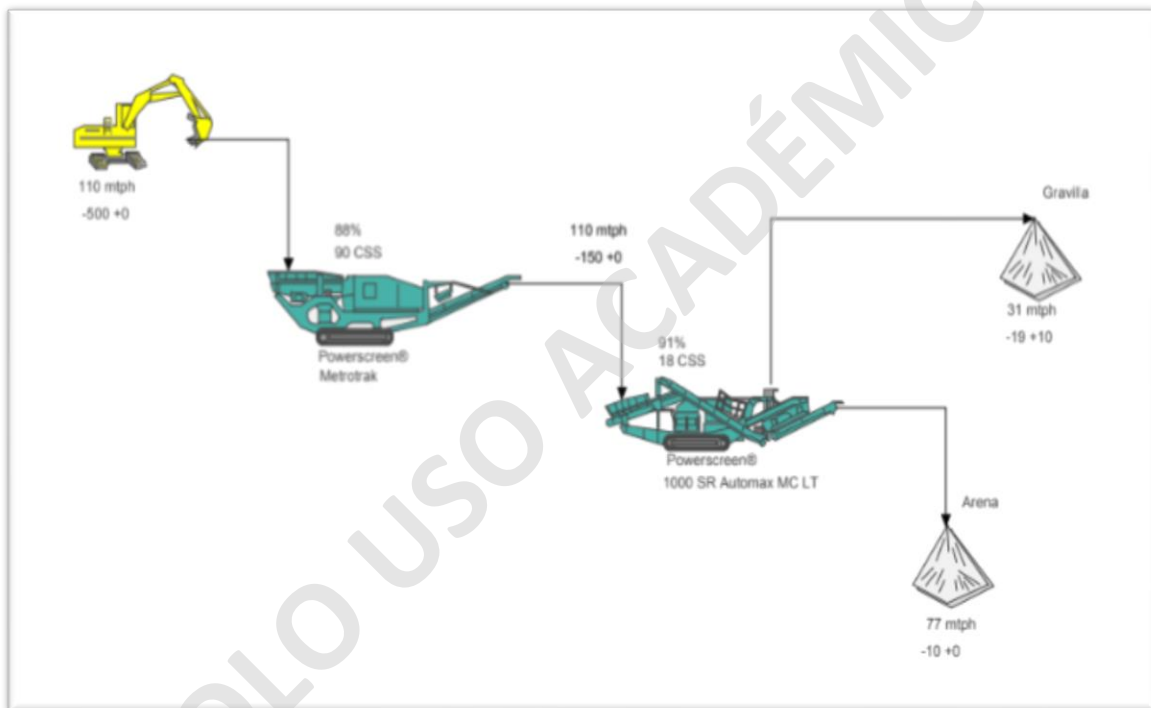


Imagen 38.- Noria de lavado

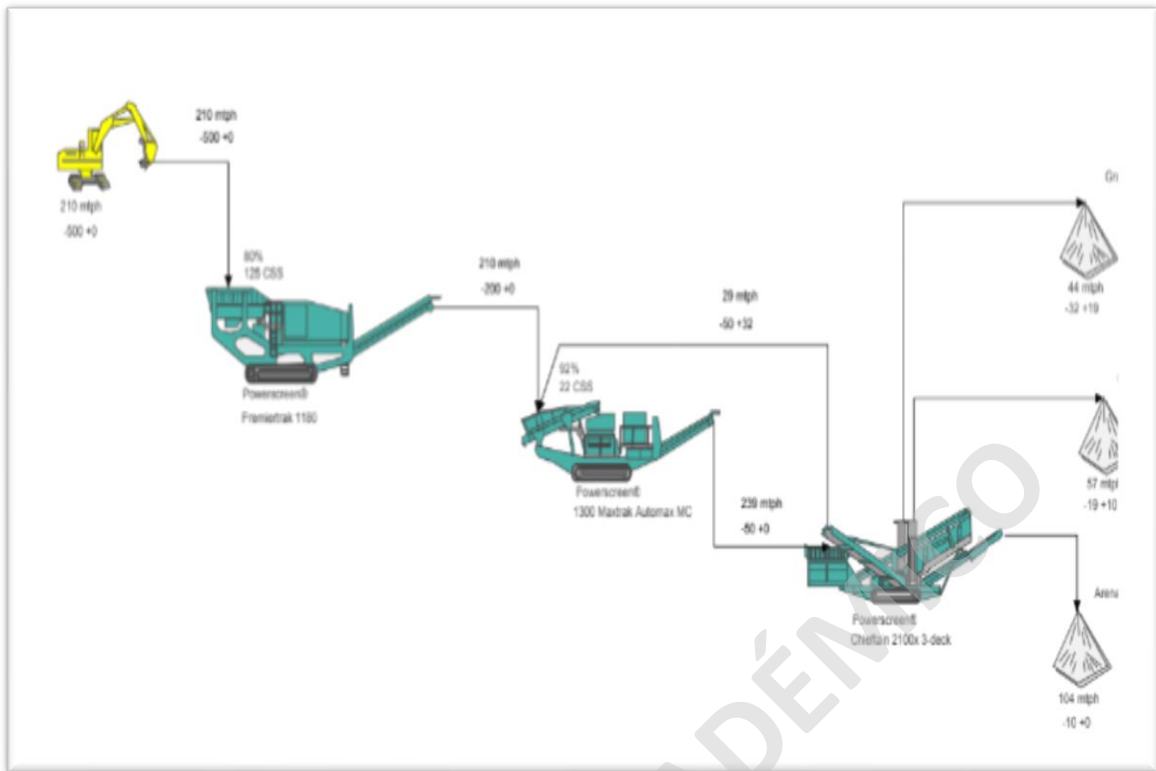
Ahora si bien ya se han expuesto cada una de estas maquinarias y sus características y funcionamientos, es preciso dar detalles para practicidad de esta memoria el evaluar cual es el costo de adquisición y operación de estas plantas de tratamiento.

Para ejemplificar esto, tomaremos como referencia un proyecto ejecutado durante el año 2017 en la comuna de Renca en donde se instauró una planta procesadora de áridos, en ella se utilizan una planta de tratamiento móvil compuesta a su vez por dos líneas de tratamiento, una para áridos con tamaño de 500mm hasta 50mm y otra con tratamiento de áridos para 500mm hasta 32, 20 y 10mm.

Esta planta y sus líneas de tratamiento se muestran en el siguiente diagrama.



Esquema 10.- Línea de tratamiento de áridos N°1



Esquema 11.- Línea de tratamiento de áridos N° 2

SOLO USO ACADÉMICO

estas líneas de tratamiento se componen por diferentes componentes como lo son
línea de tratamiento 1

Planta procesadora móvil para generación de áridos de 150mm. (Metrotrak)

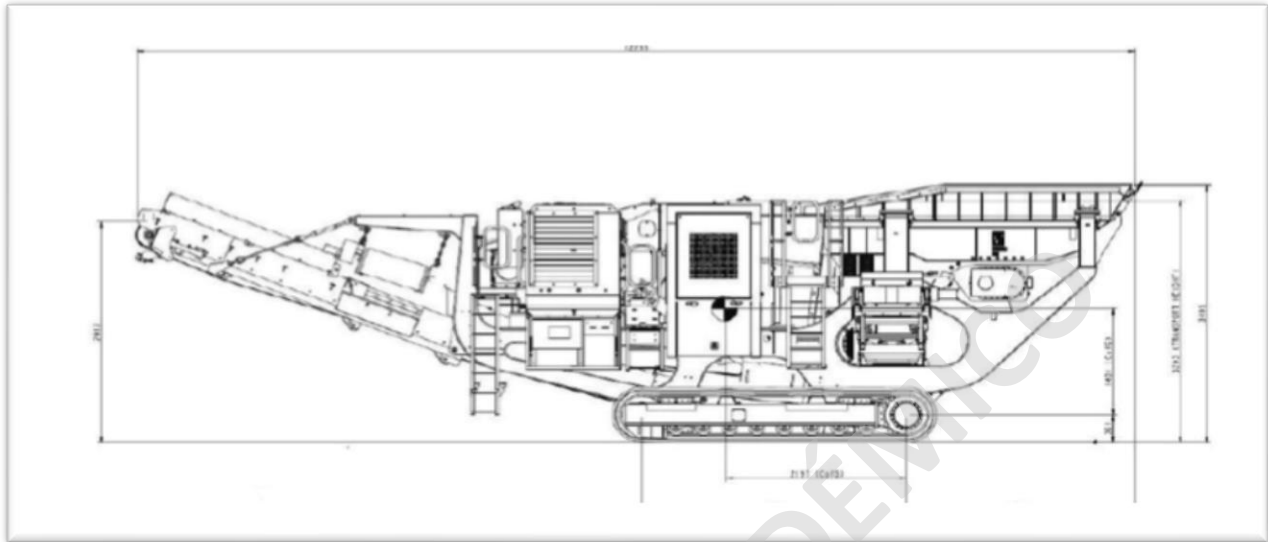


Imagen 39.- Planta procesadora móvil para generación de áridos de 150mm. (Metrotrak)

Planta procesadora móvil para generación de áridos de 10mm y 19mm (1000 SR Automax MC LT)

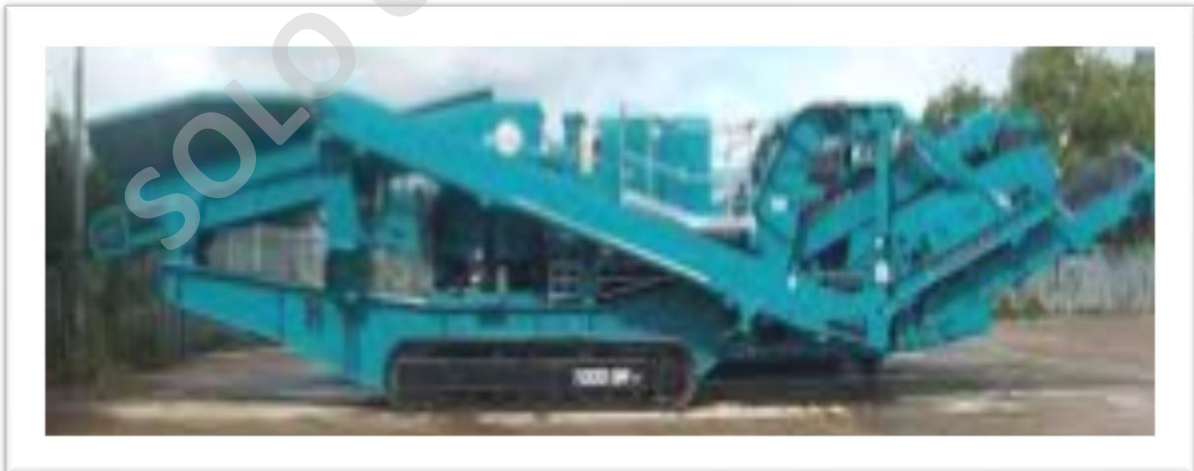


Imagen 40.- Planta procesadora móvil para generación de áridos de 10mm y 19mm (1000 SR Automax MC LT)

Línea de tratamiento 2

Planta procesadora móvil para generación de áridos de 200mm (Premiertrak 1180)

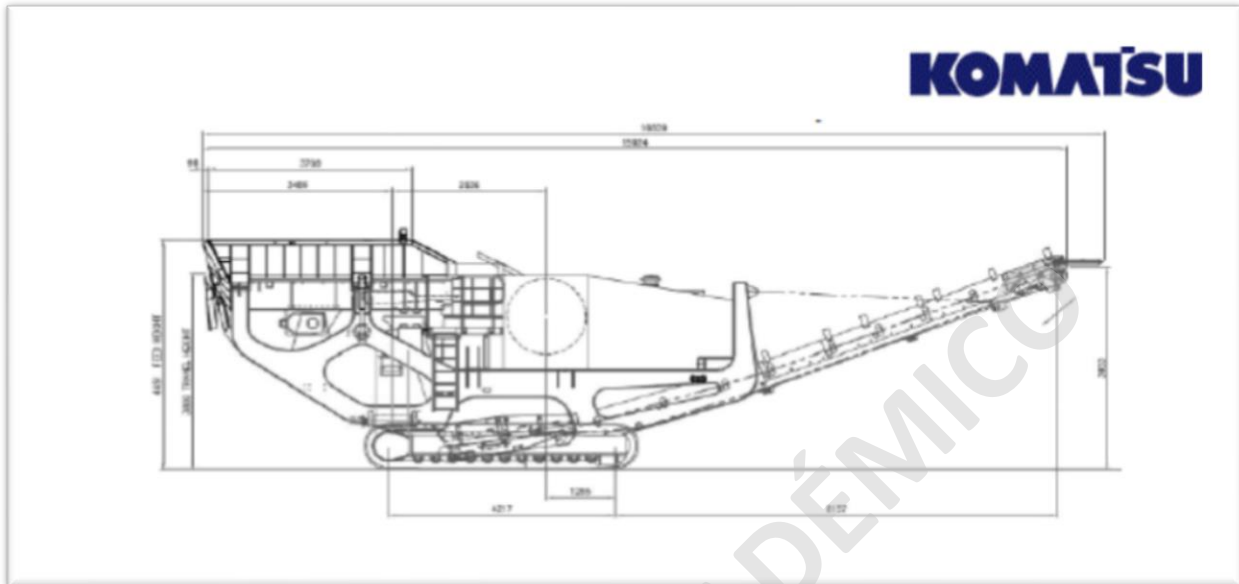


Imagen 41.- Planta procesadora móvil para generación de áridos de 200mm (Premiertrak 1180)

Planta procesadora móvil para generación de áridos de 50mm (1300 Maxtrak Automax MC)

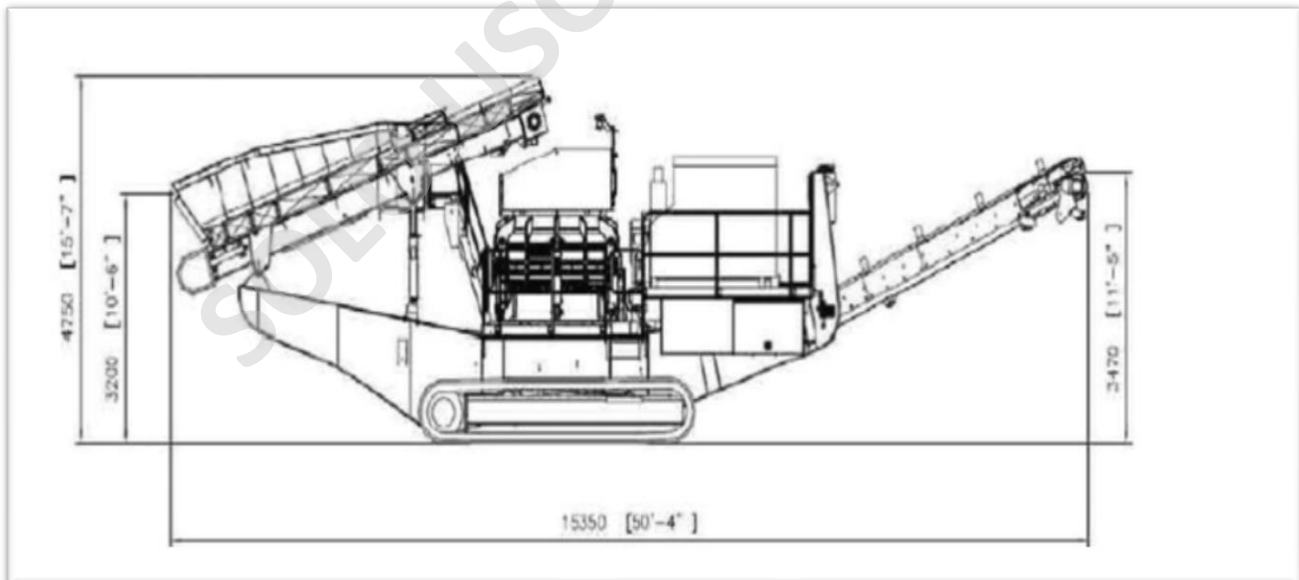


Imagen 42.- Planta procesadora móvil para generación de áridos de 50mm (1300 Maxtrak Automax MC)

Planta procesadora móvil para generación de áridos de 32mm, 19mm, y 10mm y devolución de áridos de 50mm no procesados (Chieftain 1200x 3 Dock)



Imagen 43.- Planta procesadora móvil (Chieftain 1200x 3 Dock)

El costo asociado a estas dos líneas de tratamiento en general dicta en el orden de los \$70 millones de pesos y esto es solo un costo mensual de operaciones.

Por el contrario, la capacidad productiva de todo este sistema mensualmente es aproximadamente del orden de 142.000 M3/ Mes considerando un volumen generado por hora de 315 mt3/Hrs bajo un régimen de producción diario de 15 HRS durante un periodo de 30 días.

$$315\text{Mt3/Hrs} \times 15 \text{ Hrs} \times 30 \text{ Días} = 141.750 \text{ Mt3/Mes}$$

Con este dato y considerando un valor promedio de 1 Mt3 de áridos correspondiente a \$9.500 Pesos, este nos arroja un valor por producción mensual de áridos traducido en dinero de aproximadamente \$1.350.000.000. Millones Mensuales (cabe destacar que por un lado el valor \$ promedio para un Mt3 de áridos es considerado bajo cotizaciones reales para una obra en construcción en la comuna de Las Condes durante el año 2018), también es preciso mencionar que todos los valores acotados son estimaciones promedias bajo un parámetro optimista de producción y funcionamiento de maquinaria y producción de materia prima.

Bajo estos parámetros y aplicando los valores previamente considerados para lo que son arriendo de lugar de operaciones, instalaciones de faena, maquinaria para extracción y maquinaria para tratamiento en post del valor del material producido durante un mes bajo un porcentaje de salida de venta de un 15% lo que equivaldría a un valor de \$202.500.000. millones de pesos, la figura o el

grafico queda de la siguiente manera manteniendo los costos de arriendo y créditos para maquinarias durante 1 años de producción:

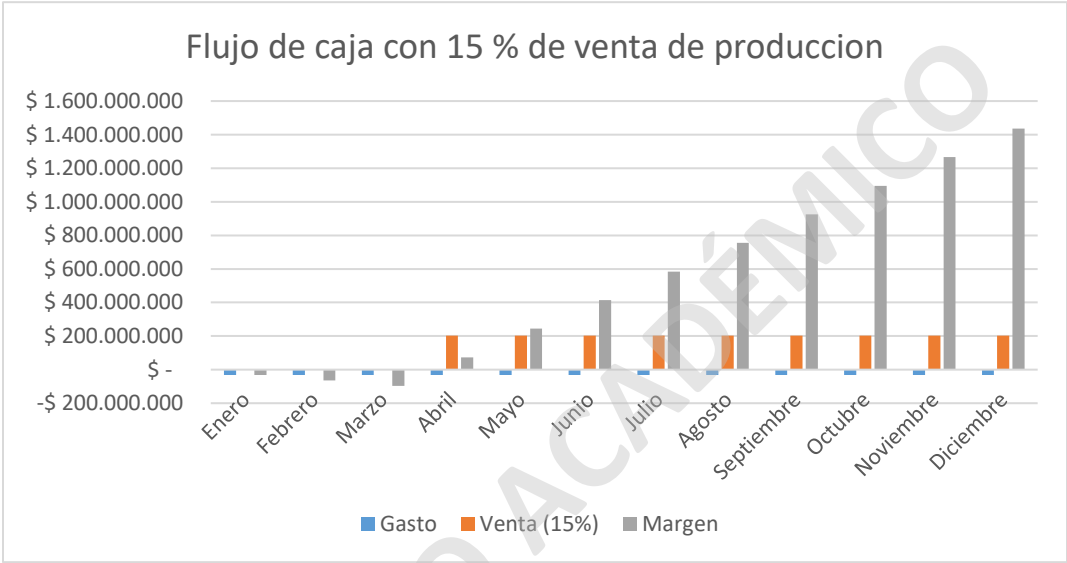


Gráfico 3.- Flujo de caja para venta del 15% de producción de áridos

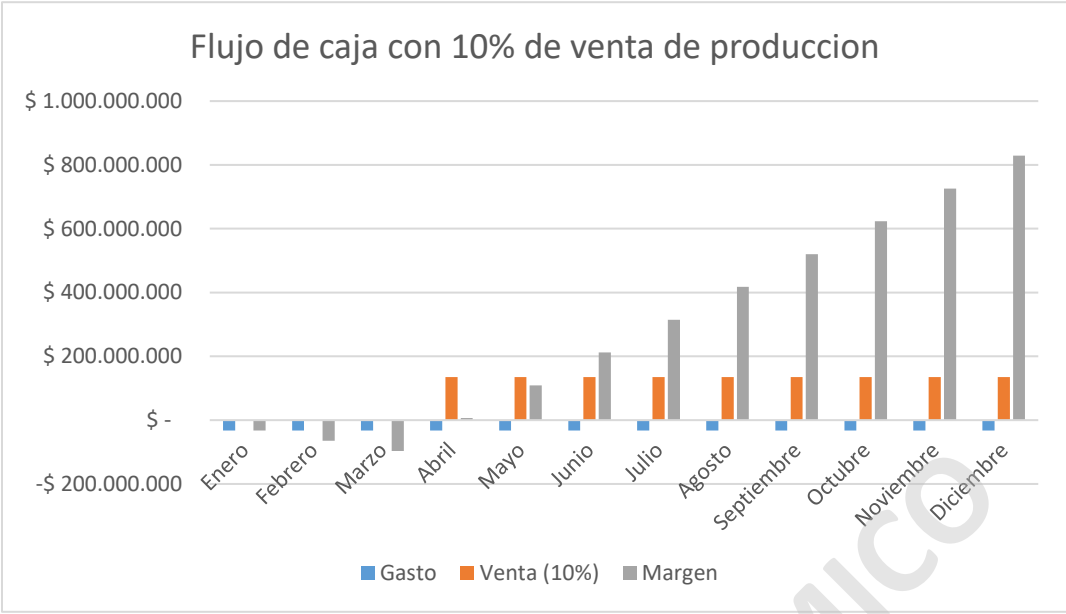


Gráfico 4.- Flujo de caja para venta del 10% de producción de áridos

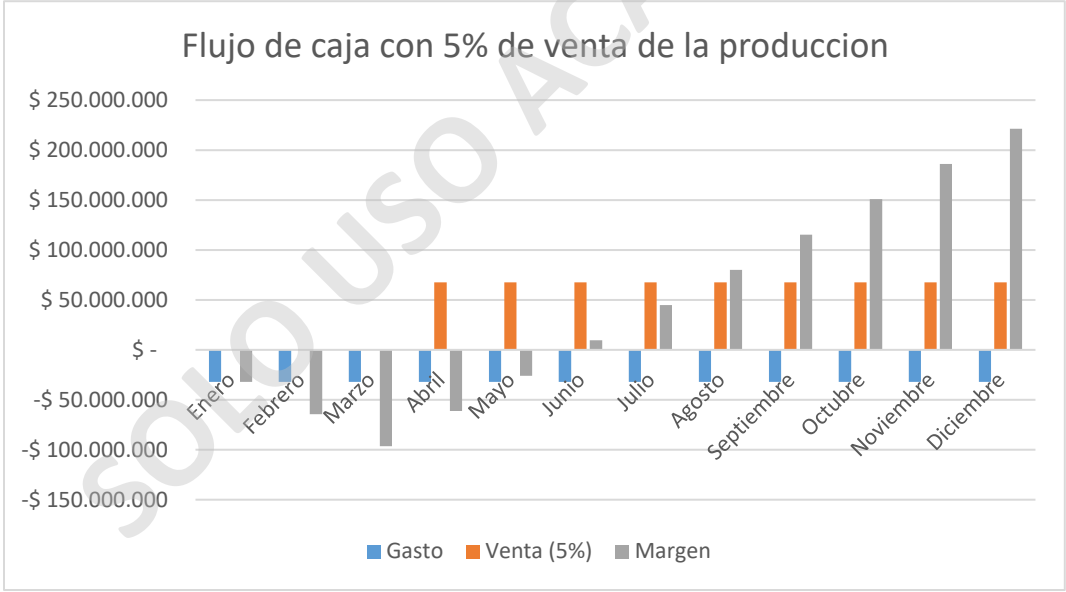


Gráfico 5.- Flujo de caja para venta del 5% de producción de áridos

Como se aprecia en los gráficos, con respecto a los 3 últimos gráficos en los que se genera la simulación de gastos para la producción y puesta en marcha de una empresa de extracción y procesamiento de áridos, teniendo en cuenta que los 3 primeros meses serian solo de gastos, se aprecia de forma inmediata que los márgenes producidos por las ventas en el 4 mes son suficientes para poder compensar los gastos hasta esa fecha y dejar un margen de ganancia razonable, ahora también es prudente el considerar que las ventas en Gral. no serán siempre iguales generando que estas puedan aumentar o disminuir con respecto al periodo en el que se encuentre, por lo mismo, es que se generaron de forma paralela 2 gráficos más en lo que se evalúan simulaciones con un 10% de ventas de la producción y un 5 % de ventas de la producción de áridos, es en este punto en donde se puede ver que al disminuir las ventas al 5% los gastos no son mitigados hasta el 6° mes (Junio) lo que nos indica que existe una inflexibilidad la momento de tener en cuenta cuales son los porcentajes que se deben manejar para no obtener números rojos, estos se encuentran entre el 5% y 10%.

SOLO USO ACADÉMICO

SOLO USO ACADÉMICO

4.- LEY PARA PORCENTAJE DE ARIDOS EN SANTIAGO

Como ya se ha visto en capítulos anteriores, la gran importancia de esta memoria son los áridos dentro del área de la Región Metropolitana o más específico aun, dentro de la ciudad de Santiago.

Uno de los puntos más importantes de conocer para esta memoria es lograr entender la estratigrafía o contenido de los suelos de Santiago, saber en qué sectores de Santiago es posible extraer tal y cual material, a que profundidad y bajo qué porcentajes o ley, esto es sumamente importante, ya que al lograr este tipo de antecedente se podría, por ejemplo, determinar cuál es el mejor lugar para emplazar una planta de acopio y tratamiento de áridos en la ciudad de Santiago.

Esto último teniendo en cuenta los sectores que permiten tales actividades y las distancias que habría que recorrer, como plan principal antes descrito, esto también es un plus para nuestro plan de reutilización de áridos, ya que al tener un emplazamiento en donde se puedan acopiar y tratar los materiales, se descuentan los costos por botar materiales, en lugares que muchas veces no están autorizados para este tipo de actividades y que por otro lado están en lugares alejados del centro de la ciudad lo que comprende un costo energético y de combustible considerable.

En una primera instancia, se considera como antecedente base el “Boletín #33 – Suelo de fundación del gran Santiago” (B., 1978). En él, se caracterizan de forma general distintos sectores de Santiago en aquella época dando cuenta de la calidad de los suelos para actuar como fundación en base a su contenido.

Como área de estudio del informe antes señalado, se refiere a la Región Metropolitana, provincia de Santiago, comprendido en las comunas de Quilicura, Conchalí, Renca, Las Condes, Quinta Normal, Providencia, Pudahuel, Santiago, La Reina, Maipú, San Miguel y Ñuñoa, comprendiendo un área total de estudio de 860 km² correspondiente a un 75,4% de la superficie total de la ciudad.

Como metodología de estudio, se realizaron perforaciones o testigos para muestreos de suelo realizados especialmente para esta investigación y también se recopiló información proveniente de estudios para las obras del metro de Santiago y también estudios aportados por IDIEM.

En el informe se nos referencia a los diferentes tipos de suelos categorizados en

4.1.-CONOS DE DEPÓSITOS FLUVIALES:

4.1.1.-CONO DEL RIO MAIPO

Se ubican en las vizcachas en cota 750 m y termina en Talagante en cota 340 m, contempla un 50% de la depresión de la zona, está compuesto principalmente de ripio y bolones de característica andesítica y granítica, en algunos lugares se presentan bastante estratificados y con lentes de arenas y finos, los ripios disminuyen de tamaño gradualmente hacia el oeste

4.1.2.-CONO DEL RIO MAPOCHO

Se ubica en el sector nor-oriental de la cuenta, entre el río Maipo por el sur, el cerro San Cristóbal por el norte, Pudahuel por el oeste.

Los materiales presentes en este lugar son ripios gruesos (en menor porcentaje que en el Maipo), y bolones, con rocas graníticas y andesíticas, también se presentan lentes de arenas y finos

4.1.3.-CONOS DEL ESTERO COLINA:

Se ubica en la entrada del estero Colina y Quilicura, en él se presentan principalmente sedimentos de granulometría fina.

4.1.4.-DEPÓSITOS DE DEYECCIÓN:

Se ubican principalmente en el área de las comunas de Maipú y Pudahuel.

En ellos se encuentran principalmente materiales como ceniza volcánica y piedra pómez con pequeño porcentaje de clastos líticos provenientes de eyecciones de materiales piroclásticos originados en centros volcánicos cordilleranos y transportados por cursos fluviales.

Para estas zonas se han logrado encontrar testigos con estos materiales con profundidades entre los 40m y los 228m.

4.1.5.-CONOS DE DEYECCIÓN:

Acumulaciones de sedimentos ubicadas en los bordes de las cordilleras de la costa y de los andes, el material posee una gran heterogeneidad en cuanto a tamaño, careciendo de estratificación, los materiales más gruesos se observan pie del cono, decreciendo en tamaño aguas abajo.

4.1.6.-CORRIENTE DE BARRO:

Acumulación de rocas y sedimentos de áridos producto de desprendimientos y o avalanchas, estas se ubican en la zona nor oriente de Santiago, entre el cerro calan y la quebrada de ramón, con una gran proporción del material, consolidado, y gran presencia de arcilla y pumacita.

4.1.7.-DEPÓSITOS LACUSTRES:

Se encuentran en el sector comprendido entre Lampa y Pudahuel, en el se encuentran solo materiales del tipo limo y arcilla, arrastrados por corrientes superficiales que depositan el material en pequeñas depresiones.

4.1.8.-SEDIMENTOS FLUVIALES DE AFLUENTES MENORES:

Originados por la acción de corrientes superficiales con poco caudal, se ubican en el sector suroriente de la depresión.

Ahora, en base a las diferentes muestras y pozos realizados para este boletín, se derivaron las siguientes unidades de clasificación con el fin de poder darle un valor como suelo de fundación dentro del área de estudio.

4.2.-UNIDADES DE CLASIFICACIÓN

4.2.1.-Relleno artificial (Ra)

Este compuesto principalmente por rellenos efectuados por el hombre, estos pueden tan variados como: terraplenes, defensas fluviales, basurales, etc. Son depósitos heterogéneos sin selección de su composición, los cuales pueden ser tan variados como arena, finos, escombros, madera, desechos, etc., en ellos no es recomendable fundar, ya que no es un suelo confiable al momento de compactar, pudiendo comportarse de diferentes maneras, se recomienda extraer la capa completa y realizar un mejoramiento del suelo.

4.2.2.-Depósitos aluviales recientes (Qar)

Corresponden a materiales granulares del tipo arena y gravilla, derivados de la meteorización y erosión de rocas principalmente andesíticas y graníticas. En ellos no se recomienda fundar, debido a la presencia de un nivel freático a poca profundidad y también por la falta de compactación.

4.2.3.-Depósitos de escombros de falda (Qef)

Constituidos por clastos (fragmentos) angulares de tamaño variable, desde bloques hasta arenas, con una matriz de arena-limo-arcilla, generalmente suelta.

Terrenos malos para fundar, debido a la variabilidad del tamaño del material, y acomodo posterior a la compactación del lugar.

4.2.4.-Depositos de corrientes de barro (Qcb)

Constituidos por materiales como clastos de diversos tamaños generados por avalanchas violentas productos de erupciones volcánicas, estas a su vez fueron arrastradas río abajo, generando un tratamiento de cantos de los clastos, por lo general dentro de estas zonas podemos encontrar zonas con lentes de arenas y finos de manera intermitentes, tienen una baja homogeneidad, sin embargo con un buen lugar para fundar aunque hay que tener en cuenta que debido a los lentes de finos, es posible que en ciertos sectores, pueda tener un comportamiento mecánico particular.

4.2.5.-Depósitos de conos de deyección (Qcd)

Son materiales arrastrados por flujos ocasionales de agua, con clastos de formas subangulares y subredondeados en una matriz de finos con una cantidad variable de arena. Poseen buenas características como material de fundación.

4.2.6.-Arenas de lampa y colina (Qalc)

Corresponden a arenas finas y medias, sin cementación con escasos porcentaje de finos con lentes irregulares de finos, pumacita y algunos de grava.

Presentan problemas como suelo de fundación debido a su susceptibilidad de licuaciones y a su grado de compresibilidad y resistencia (se asienta y poca capacidad de carga.)

4.2.7.-Depósitos de pumicita (Qp)

Corresponden a inyecciones de material piroclástico de carácter esporádico a través de centros volcánicos ubicados en la cordillera de los andes.

Buenas características como suelo de fundación.

4.2.8.-Ripio del Mapocho (Qrm)

Está constituido por un alto % de bolones de hasta 80cm de diámetro, ripios y gravas bien compactadas, de buena graduación, presenta lentes irregulares de arenas y finos, la matriz es bastante arenosa, son un excelente material de fundación, delimitado por los dominicos, san ramón, río Mapocho y canal san Carlos.

4.2.9.-Ripio de Santiago (Qrs)

Constituido por ripios y gravas muy compactadas, de excelente gradación con lentes de arena y finos predominantemente arcillosos, la granulometría varía desde bolones con tamaño de hasta 10" (15%), hasta arenas con pequeños porcentajes de finos, son un excelente suelo de fundación.

Se ubican generalmente en la costanera del río Mapocho, encontrándose en espesores de hasta 60m de profundidad, sin embargo, hay casos como en quinta normal en los que se han encontrado espesores de hasta 150m en donde bajo estas se ubican depósitos de limos y arcillas de profundidades hasta los 236m., estos materiales engranan hacia el norte como finos, hacia el sur llegan hasta fuera del área estudiada como referencia el río Maipo, hacia

el este, engranan gradualmente con materiales finos de los conos de deyección y hacia el oeste recubren los depósitos de pumacita.

4.2.10.-Zona de contacto y transición (Qzct)

Son una zona de contacto o transición de diferentes unidades como ripios y finos, están constituida por lentes de suelos cuyas características granulométricas sufren variaciones en sentido horizontal. Sus características como suelo de fundación son muy variables por su misma variabilidad en su composición

Estas se ubican en el sector central y suroccidental del área con un espesor desconocido.

4.2.11.-Finos del noroeste (Qfno)

Constituidas principalmente por lentes de limos y arcilla, con algunos lentes de poco espesor de arena fina y limosa, grava y ceniza volcánica, Como suelo de fundación, es apropiado para estructuras livianas, ya si se desea emplazar otro tipo de estructura más pesada, es necesario hacer diversos estudios previos para determinar niveles freáticos, compresibilidad y permeabilidad de la zona a emplazar.

Esta unidad se presenta en el sector nor-oeste de la zona engranando entre pumacita por el suroeste, conos y escombros de falda por el nor-oeste y hacia el norte se extiende más allá de los límites de estudio engranando con los límites del cono del río colina.

4.2.12.-Roca fundamental (Kr)

Constituyen la base rocosa y el relieve alto de la zona, aparecen en el sector norte y suroeste y en los cerros islas de renca-colorado, santa lucia, Cerro Navia, cerro blanco, cerro san Luis, cerro pirques y cerrillos de lo castro

Con estas clasificaciones, ya se puede definir las zonas de mayor interés que pueden ser útiles para esta memoria, como se mencionaba anteriormente, los suelos con más contenido de áridos vendrían siendo los ripios del Mapocho (Qrm) y los ripios de Santiago (Qrs) esto ya que en general se describen como zonas en donde podemos encontrar gran cantidad de áridos a menor profundidad, otras zonas que pueden ser de interés son los depósitos aluviales recientes (Qar) y los depósitos de escombros de falda (Qef), sin embargo estos últimos por no ser aptos para fundar, no tendrían una gran cantidad de faenas para su extracción por lo que se ven menos atractivas y que por lo demás se encuentran en zonas alejadas del centro de Santiago o con una baja conectividad.

Con respecto a lo anterior y haciendo referencia al anexo y planos complementarios del boletín 33 antes ya referido (B., 1978), se identificaron los diferentes pozos realizados por las diferentes entidades que participaron y aportaron la información para poder realizar el documento, y en donde también se demarcaron aquellos pozos en los cuales había presencia de áridos gruesos como grava y bolones, y a que profundidad estaban localizados.

Como resultado del análisis del mapa, se mostró que del total de pozos, en más de un 85% de ellos hay presencia de árido grueso, los cuales pueden ser encontrados en todo Santiago, sin embargo la profundidad a la que se encuentran, es una característica totalmente variable,

esto basado en que se pueden apreciar pozos en los cuales existe muy poca distancia el uno del otro y en donde las diferencias de profundidad pueden ir desde 10 a 30 mt o más, por lo que es un tema totalmente aleatorio el encontrar áridos a una profundidad entre los 2 a 20 m, profundidad máxima promedio de excavaciones en proyectos inmobiliarios actuales, esto basándose en una cantidad de 3 a 5 subterráneos de entre 2,5 a 4 mt de altura o más. Por otro lado, a pesar de existir una aleatoriedad en las profundidades, si hay una gran concentración de áridos, a partir de un nivel de profundidad entre los 0 y 10 metros ubicados en lo que son el sector Santiago centro, Estación Central, los límites entre Maipú y Pudahuel y el sector Nor-poniente tras el cerro San Cristóbal correspondiente a la comuna de Recoleta y alrededores.

SOLO USO ACADÉMICO



Imagen 44.- Plano de ubicación calicatas en la ciudad de Santiago para informe técnico "boletín 33 - Suelo de fundación del gran Santiago "

Por otro lado, en base a antecedentes recolectados, durante la experiencia en obras, durante la practica en obra y práctica profesional, en las comunas de Ñuñoa en obra Exequiel Fernández, de constructora Ingevec y en Las Condes en obra Da Vinci III, de la Constructora Copahue, se pudieron apreciar durante la fase de excavaciones, una gran cantidad de áridos de gran tamaño (bolón sobre 10”) en el retiro de tierra , esto a una profundidad no mayor a los 8 metros, como también en los cortes perimetrales.

Basados en una estimación, se puede decir que, en ambas obras, el % de áridos que se podría haber recolectado de esas excavaciones variaba entre un 15% a un 25% por m³. Si estimamos que basados en una profundidad de 16 mt promedio, una superficie de 1800 m² también promedio, y un volumen de obras anuales de 200 obras, nos arrojaría el dato que por año son excavados 5.760.000 m³ de material, de los cuales, si se considera un 20% de áridos contenidos, solo 1.152.000 m³ serían áridos provenientes de excavación o 2.131.200 TON de material, esto representaría un 56.37% del requerimiento anual de áridos para la región metropolitana, dejando a más de un 43.62% de la demanda sin cubrir.

Con esto y de forma inmediata, se puede dar cuenta que, el requerimiento de áridos para Santiago, en un periodo de 1 año, no puede ser cubierto al 100% solo con la extracción de áridos desde excavaciones de proyectos inmobiliarios, sin embargo, un 56% es una cifra que no deja de ser menor y que por el contrario es bastante significativa, ya que lograría cubrir más de la mitad de la demanda por la cantidad de volumen que esta representa y que si se logra comprometer su uso de buena forma, en un mediano y largo plazo si puede ser un aporte significativo tanto para el rubro como también para amortizar el impacto que tienen hoy en día la actividad de extracción de áridos en la RM.



Imagen 46.- Excavaciones para subterráneos en proyecto en comuna Las Condes



Imagen 45.- Excavaciones para subterráneos en proyecto en comuna Las Condes

En una entrevista a don Bruno Richeda, Administrador de obra y visitador para empresa de excavaciones Socoher, se le consultó con respecto al tema y a la disposición de los áridos dentro de sus experiencias a lo largo de sus 5 años dentro de esta empresa, el plantea que en general en toda la región metropolitana se pueden encontrar áridos, el problema es la profundidad y la cantidad, dando como dato que encontrar un 20% a un 30% de áridos en excavaciones son expectativas optimistas dentro de la región, esto sumado a que en una misma comuna se pueden encontrar áridos a distintas profundidades, como también en un mismo sector, se pueden encontrar bolsones de arcilla o lentes de arena, los cuales llevan a disminuir las expectativas de encontrar áridos en gran porcentaje. También plantea que en general cada obra independiente que se esté una al lado de otra tienen que ser tratadas totalmente de forma específica y siempre basados en análisis de mecánica de suelos.

También se le consultó sobre la situación actual de la extracción desde los ríos de áridos en la región, declarando que en verdad es un problema muy grave, lo que genera todo este rubro, debido a los grandes impactos medioambientales que genera al ecosistema, a los ríos y sus entornos, en base a esto, estas actividades se deberían terminar, buscando el horizonte en otras estrategias de obtención de áridos, como lo son las excavaciones de los mismos proyectos que requieren áridos, pero haciendo el alcance que esta solución es una solución muy breve, por el nivel y la velocidad en los que se ocupan los espacios, dando a entender que sería algo que duraría muy brevemente y que al final la propia industria o el mismo rubro, deberá cambiar la estrategia, el sistema y los materiales sobre los que trabaja hoy en día como lo son los áridos y el hormigón.

En su obra ubicada en calle Coventry, comuna de Ñuñoa, en donde se podía apreciar a simple vista una gran cantidad de áridos contenidos en excavaciones, a una profundidad no mayor a los 1,8 metros. Nos comentó que, de las obras aledañas, la mejor había sido otra en la misma comuna en la cual existía una mayor cantidad de áridos contenidos rozando lo que era el 30%.



Imagen 47.- Excavaciones de subterráneos para proyecto en la comuna de Ñuñoa

SOLO USO ACADÉMICO

5.- INCENTIVO AL USO DE ÁRIDOS DE EXCAVACIONES

En base a lo ya antes expuesto durante esta memoria, con respecto al uso de áridos extraídos de excavaciones en proyectos inmobiliarios, es la promoción y el uso conciso y transparente de estos áridos de forma específica, refiriéndose específicamente a la utilización de estos áridos en específico, de manera Certificada e identificada, esto con la finalidad de realizar un control de este recurso.

Si bien en un principio, se habló de lograr que los áridos de excavaciones, reemplazaran los áridos de otras fuentes de manera casi total, se ha podido ver a Través de esta memoria que por un lado la demanda de áridos en un año es demasiado, pero que con la Producción de áridos extraídos de excavaciones se puede cubrir sobre un 50% de la demanda en la RM.

Esto plantea un panorama bastante alentador ya que si recordamos , para la RM, existían una cierta cantidad de focos de extracción bastante considerables, tanto en volúmenes como en efectos ambientales, los cuales concentraban un 65% del material, a lo que poniendo un buen plan de apoyo para el uso de áridos de excavaciones, estos si podrían lograr reemplazarlos casi en su totalidad lo que plantearía un gran logro para lo que es el cuidado medio ambiental, aunque sin dejar de lado los costos, los que podrían verse afectados de manera positiva al lograr ser una moneda de cambio entra las constructoras y las plantas de producción de Hormigón.

Para el tema en cuestión, y sin la intención de menoscabar aún más en lo que respecta a Certificaciones y planes de apoyo para el uso de este material, se plantean distintas formas de apoyo los cuales son:

5.1.- CERTIFICACIONES.

La idea en este ámbito es Dar impulso al uso PURO de los áridos de excavaciones, en diferentes Proyectos de construcción ya sean inmobiliarios, industriales o Civiles, los cuales puedan acreditar que sus Hormigones fueron elaborados ya sea en algún % con áridos de excavaciones y que esto los pueda llevar a alguna Certificación medio ambiental que les otorga un Valor agregado para su proyecto o que puedan optar a algún tipo de garantía.

5.2.- INCENTIVOS ECONÓMICOS EN LA NEGOCIACIÓN.

En este punto, la idea es lograr convertir el material (Árido) en una moneda de cambio o que pueda ser transable, desde la extracción perteneciendo al mandante de una obra, pasando por la empresa de extracción hasta los compradores que en este caso, correspondería lógicamente a las plantas de producción de Hormigón, las cuales en el momento de negociar sus precios, los áridos puedan jugar un rol importante, como símbolo de amortización de costos, para cualquier proyecto que contemple excavaciones masivas, esto sin embargo, se podrá lograr siempre y cuando, exista un control acabado de las faenas de extracción durante las excavaciones y seguimiento del material, por lo que en este punto, compromete tanto al

mandante, como a la empresa de excavaciones, el hacer un buen trabajo al momento de facilitar el material y que este no venga mezclado, con áridos de otro origen, o que pueda estar contaminado con escombros u otros materiales con excepción de tierra y material orgánico.

5.3.-NORMAS Y LEYES.

Si se quisiera tomar una real estrategia, para lograr disminuir el impacto del rubro de extracción de áridos tanto en la Región Metropolitana como tal vez en el resto del país, una medida útil sería la promulgación de leyes para la construcción o el cambio de Normativas que promulguen el uso obligatorio Parcial o total de áridos de excavaciones para la confección de hormigones, de esta forma se comprometería tanto la extracción como la selección y el uso de estos áridos en la industria bajo la supervisión de todos los actores afectados para la realización de obras bajo estas normas, esto si lograría un impacto a corto plazo, a diferencia de las medidas anteriores que solo comprometen la voluntad de los actores y que de alguna forma también solo serán realizados con forme a sus intereses propios y a sus alcances económicos, punto que es totalmente valido si a un negocio nos referimos y que es el caso en cuestión.

Este punto no deja de ser real, pero si muy alegado si se piensa en lo difícil que es el tan solo pensar promulgar o cambiar una norma o ley en nuestro país.

SOLO USO ACADÉMICO

6.- CONCLUSIONES

Después de hacer el análisis detallado con los antecedentes estadísticos disponibles, se puede decir con respecto al tema, que si bien este es el momento adecuado como para tomar una medida al respecto del déficit en la generación de áridos de forma natural, esto con la disminución en el arrastre de material por parte de los cauces de ríos afectados tanto por la actividad extractiva de áridos, como también por los diferentes proyectos que intervienen los diferentes ríos de la capital (hidroeléctricas, desvíos Fluviales, explotaciones de material, etc.), se está llegando a un punto en el cual está siendo muy difícil de revertir, y que por ende se verá afectado muchas áreas tanto de la construcción.

Respecto a aspectos tipo medioambientales de la ciudad de Santiago, esto de alguna forma obligara a tomar alguna medida que pueda reemplazar los métodos de abastecimiento ya establecidos, los cuales tentativamente pueden ser de buena manera reemplazar el uso de áridos y directamente del hormigón, por algún material que sea más amigable la extracción de su materia prima o por otro lado de mala manera explotar otros puntos, aun no explotados tanto dentro de la ciudad como también en sus alrededores, lo que no solo dejaría zonas devastadas por la actividad sino que afectando nuevas zonas naturales, lo cual puede generar una crisis medioambiental no solo a la RM sino que a regiones aledañas a esta.

Con respecto al “PLAN DE REUTILIZACION DE ARIDOS DESDE EXCAVACIONES MASIVAS” podemos concluir de forma inmediata y concisa, que si bien es un método el cual puede ayudar a mitigar los efectos de la industria de la extracción de áridos, esta, por si sola, no puede hacerlo de forma absoluta, ya que como se vio en capítulos anteriores, esta solo puede cubrir un 56% de la demanda anual (esto a forma de estimación y con respecto a un año promedio), esto sin considerar que para que sea 100% efectivo, tiene que haber un plan de manejo para su implementación efectiva, ya sea con certificaciones, normas y leyes o con algún incentivo económico como se plantea en el capítulo anterior.

Por lo que lo hace aún más difícil de considerar como una solución, anexo a esto y como un punto que no se analizó dentro de esta investigación, pero que si es preciso de acotar, es que esta solución como muchas otras soluciones son temporales y que no perduran en el tiempo, esto debido a que los proyectos cumplen con un cierto periodo y con el avance en la ocupación de los suelos, se verá cada vez más difícil y reducido la obtención de este recurso, ya sea por la disminución de los proyectos, por las distancias en las cuales, se realicen nuevos proyectos o por la falta de espacios para la realización de nuevos proyectos dentro de Santiago. Lo que hará que la industria y el rubro se abra a nuevos sectores fuera de la capital y lo que ameritara a nuevos estudios referente a todos los puntos vistos en esta memoria.

Ahora, para el punto de la implementación de las plantas de procesamiento de áridos, se da cuenta de forma inmediata, que para su implementación es necesario un alto nivel de inversión por la cantidad de maquinaria necesaria como para poder procesar la cantidad de áridos, que se extraen día a día en Santiago y también por el espacio necesario para poder efectuar la actividad, espacios los cuales están confinados a zonas perimetrales de Santiago y los cuales están sujetos a áreas específicas que nos dan la posibilidad de funcionar de buen

forma en relación a las distancias tanto de las zonas de extracción como de la plantas de procesamiento de Hormigón, esto para poder obtener el mínimo posible de gastos en lo que transporte de cargas se refiere. Al ser así, estas zonas están sujetas a ciertos valores tanto de arriendo como de venta tal, que aumentan de forma considerable los presupuestos para la ejecución de la planta.

Ya cerrando esta memoria, si bien en el desarrollo de nuestro país, el uso del hormigón en sus múltiples formas ha sido clave para llegar a lo que somos al día de hoy, será importante que desde este punto se pueda tomar conciencia e investigar de alguna forma para avanzar con la tecnología de los materiales y poder lograr reemplazar estos materiales por otros que sean mas sustentables, que no afecten al medio ambiente y que al extraerlos no sean tan invasivos .

De alguna forma y es lo que sucede con casi todo, los recursos son limitados ya sea en sus betas naturales como también en la cantidad que se produce año a año en base a su renovación, hoy en día como especie se tiene el gran problema que lo que se explota anualmente, es una cantidad mayor que la que se logra producir, esto genera déficits importantes y también impide una sana regeneración de las materias primas.

Si se continua a este ritmo, pronto no solo faltaran los áridos, sino que también faltaran los ríos, faltaran los suelos fértiles en base a los posibles rellenos de los piques de extracción y solo quedara una ciudad con un ecosistema quebrado.

Soluciones como las propuestas en esta memoria sirven, pero solo con un buen manejo y de manera conjunta y planificada con otras medidas, pero aun mas importante es el continuar con el desarrollo de actuales y nuevas tecnologías para mejorar día a día el impacto de la construcción en el medio.

Índice de imágenes

Imagen 1.- Edificio de Hormigón Armado en construcción	14
Imagen 2.- Ex congreso nacional (1876)	16
Imagen 3.- Teatro municipal de Santiago (1857)	16
Imagen 4.- Torres del Tajamar (1967)	17
Imagen 5.- Torres San Borja (1969).....	17
Imagen 6.- Edificio Costanera Center. (2012)	18
Imagen 7.- Edificio Titanium la portada (2010).....	18
Imagen 8.- Colocación de las capas granulares de pavimento flexible.....	23
Imagen 9.- Colocación y compactado Carpeta rodado-asfáltica	23
Imagen 10.- Pavimento de hormigón.....	25
Imagen 11.- Mapa de localización de puntos de extracción de áridos en Santiago y RM.....	31
Imagen 12.- Socavación de ladera natural	32
Imagen 13.- Socavación de fundación en puente de rio Loa	32
Imagen 14.- Excavación manual de pila de socialzado	37
Imagen 15.- Excavadora	38
Imagen 16.- retroexcavadora	39
Imagen 17.- Minicargador	40
Imagen 18.- Motoniveladora.....	41
Imagen 19.- Camión Tolva.....	42
Imagen 20.- Plano de Santiago con zonas de actividad industrial	46
Imagen 21.- Mapa de Santiago con sus focos de mayor crecimiento industrial	47
Imagen 22.- Criba vibratoria	53
Imagen 23.- Criba de resonancia.....	53
Imagen 24.- Planta de tratamiento Móvil.....	56
Imagen 25.- Planta de tratamiento semi móvil.....	56
Imagen 26.- Alimentador de vaivén	57
Imagen 27.- Alimentador vibrante	57
Imagen 28.- Machacadora de mandíbula	57
Imagen 29.- Machacadora de mandíbula	57
Imagen 30.- Machacadora Giratoria (corte)	58
Imagen 31.- Machacadora giratoria (Diagrama).....	58
Imagen 32.- Molino de impacto (Diagrama)	59
Imagen 33.- Molino de impacto	59
Imagen 34.- Cinta transportadora.....	59
Imagen 35.- Criba con ducha de agua	60
Imagen 36.- Tambor Lavador	60
Imagen 37.- Roscas Lavadoras	61
Imagen 38.- Noria de lavado	61
Imagen 39.- Planta procesadora móvil para generación de áridos de 150mm. (Metrotrak)	64
Imagen 40.- Planta procesadora móvil para generación de áridos de 10mm y 19mm (1000 SR Automax MC LT).....	64
Imagen 41.- Planta procesadora móvil para generación de áridos de 200mm (Premiertrak 1180). 65	

Imagen 42.- Planta procesadora móvil para generación de áridos de 50mm (1300 Maxtrak Automax MC)	65
Imagen 43.- Planta procesadora móvil (Chieftain 1200x 3 Dock)	66
Imagen 44.- Plano de ubicación calicatas en la ciudad de Santiago para informe técnico "boletín 33 - Suelo de fundación del gran Santiago "	77
Imagen 45.- Excavaciones para subterráneos en proyecto en comuna Las Condes	78
Imagen 46.- Excavaciones para subterráneos en proyecto en comuna Las Condes	78
Imagen 47.- Excavaciones de subterráneos para proyecto en la comuna de Ñuñoa	79

SOLO USO ACADÉMICO

Índice de Esquemas

Esquema 1.- Proceso de fabricación del Cemento.....	12
Esquema 1-2: Pasos para la fabricación de H. Armado.....	14
Esquema 3.- Fuerzas que aplican sobre una estructura	15
Esquema 4.- Comportamiento de un edificio ante un sismo.....	15
Esquema 5.- Perfil de un pavimento asfaltico.....	22
Esquema 6.- Corte del sistema estructural de pavimento de hormigón	25
Esquema 7.- Explotación de áridos y sus consecuencias.	33
Esquema 8.- Proceso de extracción y tratamiento de áridos	53
Esquema 9.- ejemplo de configuración para una línea de tratamiento de áridos.....	55
Esquema 10.- Línea de tratamiento de áridos N°1	62
Esquema 11.- Línea de tratamiento de áridos N° 2	63

SOLO USO ACADÉMICO

Índice de Gráficos

Gráfico 1.- Gastos Mensual para pagos de maquinarias proyectado en 1 año	50
Gráfico 2.- Gastos Mensual para arriendo de terreno proyectado en 1 año.....	51
Gráfico 3.- Flujo de caja para venta del 15% de producción de áridos.....	67
Gráfico 4.- Flujo de caja para venta del 10% de producción de áridos.....	68
Gráfico 5.- Flujo de caja para venta del 5% de producción de áridos.....	68

SOLO USO ACADÉMICO

Índice de Tablas

Tabla 1.- Índice de permisos de edificación en Santiago	11
Tabla 2.- Curva de áridos combinados tamaño MAX 40mm.....	13
Tabla 3.- Granulometría de áridos y sus tamices	13
Tabla 4.- Índice de despachos de hormigón en Chile Últimos 5 años.....	19
Tabla 5: Tabla de longitudes de caminos de una calzada por región	26
Tabla 6.- Tabla de longitudes para caminos de doble calzada por región	27
Tabla 7.- Peso de Áridos Según tamaño y/u Clasificación.....	29
Tabla 8.- Costos de arriendo y adquisición de maquinaria	43
Tabla 9.- Evaluación de crédito	44
Tabla 10.- Cuadro comparativo de valores de compra para sitios en sectores industriales	48
Tabla 11.- Cuadro comparativo para valores de arriendo de sitios en sectores industriales.....	48
Tabla 12.- cuadro comparativo de instalaciones de faenas de proyectos ya ejecutados.....	49
Tabla 13.- Cuadro resumen de gastos mensuales para operaciones de planta excavaciones	52

SOLO USO ACADÉMICO

Bibliografía

B., G. V. (1978). *Suelo de fundacion del gran santiago*. Santiago: instituto de investigaciones geologicas.

Facts, G. (2014). PNUMA Resumen & detalles.

Gonzalez-Barros, M. R. (2005). LA EXTRACCION DE ARIDOS EN LA UNION EUROPEA EN EL MARCO DE LA ESTRATEGIA DEL USO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS NATURALES. *Instituto Geologico y Minero de España*, 3.

Jimenes, Y. G. (2013). ANALISIS DE LOS PROSESOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS EN EDIFICACION. *Memoria para optar al titulo de ingeniero en construccion*, 12-84.

Montenegro, G. M. (2013). EVALUACION ECONOMICA PARA RELOCALIZACION O INSTALACION DE UNA PLANTA DE HORMIGON. *Memoria para optar al titulo de ingeniero civil industrial*, 10.

SOLO USO ACADÉMICO