

IRRADIACIÓN GAMMA COMO TECNOLOGÍA ALTERNATIVA DE VALOR AGREGADO PARA CORTES DE CARNE: INSTALACIÓN DE UNA PLANTA EN ENTRE RÍOS

Formulación y
Evaluación de Proyectos

Diciembre 2016

Autores:

Melina Hartman
Florencia Martinez
David Schlegel

Docentes:

Ing. Carlos Chiarella
Ing. Eduardo Erbetta
Lic. Pedro Khon



AGRADECIMIENTOS

A la facultad por todos estos años.

A nuestras familias, pilares fundamentales para llegar hasta acá.

A nuestros amigos, por el apoyo y/o la colaboración recibida durante este tiempo.

A los profesores que nos han ayudado desinteresadamente, Carlos, Eduardo, Pedro, José, Alicia y Guillermina.

A la gente de IONICS S.A y de la Comisión Nacional de Energía Atómica por abrirnos sus puertas y brindarnos información que nos fue de gran ayuda.

A Elbio, Gerente de Las Camelas S.A, por brindarnos información sobre la actualidad de la industria avícola.

¡MUCHAS GRACIAS!

Irradiación Gamma como tecnología alternativa de valor agregado para cortes de carne: instalación de una planta en Entre Ríos.

Resumen

La irradiación de alimentos es una tecnología que puede utilizarse de manera segura para extender la vida comercial de los alimentos por reducción de la flora microbiana banal y, además, eliminar microorganismos patógenos causantes de enfermedades transmitidas por alimentos.

El objetivo del proyecto consiste en estudiar la factibilidad técnica y económica para instalar una planta de radiación ionizante que, en combinación con la tecnología de refrigeración, permite extender la vida útil de cortes cárnicos producidos en Entre Ríos, creando así una alternativa al congelado.

En base al estudio de mercado realizado, se opta por una modalidad de trabajo de tres turnos de ocho horas todos los días de la semana, y se define que la capacidad de la planta es de 3 toneladas por hora. De esta manera, se aprovecha al máximo la fuente de cobalto 60, que por naturaleza tiene un decaimiento del 12% anual.

Debido a la cercanía geográfica con los clientes, industrias de carne aviar y bovina, el lugar indicado para instalar la planta de irradiación es el Parque Industrial de Concepción del Uruguay.

El proceso se inicia con la recepción de los cortes cárnicos a irradiar que luego se transportan, mediante cintas de rodillos en sus respectivas cajas, hacia la sala de irradiación. Una vez cumplido el tiempo de exposición, se conduce el producto irradiado hacia el sector de carga. Las zonas de descarga y carga del producto se encuentran debidamente refrigeradas.

En cuanto a la ingeniería del proyecto, la planta demanda una inversión de U\$S 3.771.426. Esta suma se obtiene a partir del cálculo y adopción de los equipos, servicios auxiliares y obra civil.

A nivel jurídico la empresa se consolida como sociedad anónima formada por socios capitalistas que invierten para llevar a cabo este proyecto.

La planta cuenta con un total de 61 empleados, distribuidos entre el sector administrativo y el de producción.

Al evaluar el proyecto, se concluye que el mismo es rentable tanto en el aspecto financiero como económico, como así también en lo ambiental y social.

Gamma Irradiation as an alternative value adding technology to meat cuts: setting a plant in Entre Ríos.

Summary

The food irradiation is a technology that can be used in a safety way in order to extend the shelf life of food to reduce the microbiological flora and eliminate pathogens that cause different foodbornes diseases.

The aim of the project is to perform a study of the technical and economical feasibility to install an ionizing radiation plant for meat cuts produced in Entre Ríos. This technology, combined with refrigeration, enables shelf life lengthening thus creating an alternative to freezing.

Based on the market research, a daily three eight - hour shift working pattern was selected and the plant capacity was defined as 3 t per hour. Thus, the cobalt 60 source can be used to maximum capacity as it has 12% annual decay.

As for the geographical proximity to the customers (Meat Processing Plant), the best location to set up the irradiation plant is the Industrial Park in Concepción del Uruguay.

The process begins with the reception of different types of meat to be irradiated. Then they are transported in their respective boxes to the irradiation room by roller conveyor belts. Once the exposure time has concluded, the irradiated product is conveyed to the product loading sector. The different areas are properly refrigerated.

Regarding the engineering of the project, the plant demands a of 3.7 million dollars investment. This figure is obtained from the calculation and selection of equipment, auxiliary services and civil works.

About the legal standing, the company is consolidated as public limited company constituted by capitalist partners that invert to carry out this project.

The plant has a total of 61 employees, considering the administration and production sectors.

When evaluating the project, it is concluded that it is profitable financially, economically, environmentally and socially.

Índice

Parte I: Objetivos del proyecto y Estudio de Mercado

Capítulo I Objetivos del proyecto.....	I-1
Introducción.....	I-2
Objetivo.....	I-8
 Capítulo II Estudio de Mercado y Capacidad de Planta.....	II-1
Introducción.....	II-2
Estado y tendencia de la industria.....	II-2
La demanda.....	II-5
Clientes objetivos.....	II-6
Problemática con la congelación.....	II-7
La oferta.....	II-9
La competencia.....	II-10
Capacidad de planta.....	II-12
Sector avícola.....	II-13
Sector ganadero.....	II-13
Faena nacional y provincial.....	II-14
Capacidad estimada de planta.....	II-15
Comercialización.....	II-16
 Capítulo III Localización de Planta.....	III-1
Introducción.....	III-2
Macrolocalización.....	III-4
Microlocalización.....	III-8
¿Por qué elegir un parque industrial para localizar una planta?.....	III-9

Parte II: Ingeniería del Proyecto

Capítulo IV Descripción del Proceso.....	IV-1
Descripción del proceso.....	IV-2
Equipamiento para una planta de irradiación gamma.....	IV-6
Fuente o irradiador.....	IV-8
Sala de irradiación.....	IV-13
Piscina de almacenamiento.....	IV-13
Sistema de transporte del producto.....	IV-14
Consola de control.....	IV-21
Depósitos.....	IV-22
Control y dosimetría.....	IV-22
 Capítulo V Cálculos y adopción de equipos.....	V-1
Cálculos y adopción de equipos.....	V-2
Fuente de Co-60.....	V-2
Actividad de la fuente.....	V-2
Selección de un irradiador.....	V-5
Disposición del producto a irradiar.....	V-9
Geometría de la fuente.....	V-10
Gap de aire.....	V-11
Sistema de elevación de la fuente.....	V-11
Sala de irradiación.....	V-12
Tasa de dosis equivalente.....	V-12
Cálculo de blindaje para radiación gamma.....	V-14
Piscina de almacenamiento.....	V-19
Sistema de tratamiento de agua.....	V-22
Software de planificación de procesos de irradiación.....	V-23
Sistema de transporte.....	V-25
Cilindro neumático.....	V-33
Compresores de aire.....	V-34
Sensores fotoeléctricos.....	V-34

Recepción y carga.....	V-35
Autoelevadores.....	V-35
Pallets higiénicos.....	V-37
Sistema de programación de la producción.....	V-37
Dosimetría.....	V-39
Dosimetría del personal.....	V-39
Dosimetría de producto.....	V-39
Espectrofotómetro.....	V-40
Indicadores de proceso.....	V-41
 Capítulo VI Servicios Auxiliares.....	VI-1
Agua.....	VI-2
Puntos de consumo.....	VI-2
Dimensionamiento de cañerías de agua.....	VI-5
Bomba centrífuga.....	VI-7
Protección contra incendios.....	VI-8
Sistema de detección de incendios.....	VI-9
Sistema de rociadores.....	VI-10
Hidrantes.....	VI-13
Motobomba para incendios.....	VI-16
Matafuegos.....	VI-16
Acondicionamiento de aire.....	VI-17
Forzadores.....	VI-19
Extractor centrífugo.....	VI-20
Refrigeración.....	VI-22
Características de diseño de una cámara.....	VI-22
Cálculo de cámara de refrigeración.....	VI-24
Selección de equipos para cámara de refrigeración.....	VI-30
 Capítulo VII Instalaciones Eléctricas.....	VII-1
Introducción.....	VII-2
Diagrama de distribución de energía.....	VII-3
Distribución de líneas de energía.....	VII-7

Tomacorrientes.....	VII-28
Protecciones.....	VII-32
Corrección del factor de potencia.....	VII-39
Elección de un generador eléctrico de emergencia.....	VII-43
Seguridad del laberinto y recinto de irradiación.....	VII-45

Capítulo VIII Obras Civiles.....	VIII-1
Condiciones generales de las fábricas y comercios de alimentos.....	VIII-2
Asignación de espacios.....	VIII-4
Cálculo de áreas.....	VIII-6
Resumen.....	VIII-22

Parte III: Organización Industrial

Capítulo IX Estructura Jurídica de la Empresa.....	IX-1
Introducción.....	IX-2
Constitución de las sociedades anónimas.....	IX-3
Pasos para la constitución de una S.A.	IX-5
Impuestos nacionales.....	IX-6
Impuestos locales.....	IX-7
Impuesto inmobiliario.....	IX-8

Capítulo IX Estructura Organizativa y Personal de la Empresa.....	X-1
Característica de la estructura organizacional de una empresa.....	X-2
Estructura organizacional de la planta de irradiación industrial.....	X-3
Personal y funciones.....	X-4
Salarios.....	X-9

Parte IV: Aspectos Económicos y Financieros

Capítulo XI Inversiones y Costos de Producción.....	XI-1
Activos fijos.....	XI-2

Activos diferidos.....	XI-8
Capital de trabajo.....	XI-10
Cronograma de inversiones.....	XI-16
Análisis de costos: determinación del precio unitario y precio de venta.....	XI-18
Cálculo del costo unitario del servicio.....	XI-27
Ingresos por servicio.....	XI-29
Cálculo alternativo de costos.....	XI-31
 Capítulo XII Evaluación Financiera y Ambiental.....	XII-1
Flujo de fondos.....	XII-2
Criterios de evaluación.....	XII-3
Valor Actual Neto.....	XII-3
Tasa Interna de Retorno.....	XII-4
Análisis de escenarios.....	XII-7
Evaluación Ambiental.....	XII-16
 Conclusión.....	1-3
Anexos.....	1-60
Planos, vistas y corte.....	1-8
Imágenes de la Planta de Irradiación.....	1-7
Bibliografía.....	1-18



PARTE I: **OBJETIVOS DEL PROYECTO Y** **ESTUDIO DE MERCADO**



CAPITULO 1: **OBJETIVOS** **DEL** **PROYECTO**

Introducción

En todo el mundo la población libra una batalla constante contra el deterioro de los alimentos provocado por la infestación, la contaminación y la putrefacción. Mientras 870 millones de personas pasan hambre, el mundo desperdicia cada año 1.300 millones de toneladas de alimentos, es decir, 1/3 de todos los alimentos producidos para el consumo humano. Según el estudio de la FAO, el 54% de desperdicio de alimentos en el mundo se produce en las etapas iniciales de la producción, manipulación y almacenamiento post-cosecha. El 46% restante ocurre en las etapas de procesamiento, distribución y consumo de los alimentos.

Las pérdidas de alimentos en los países industrializados son tan altas como en los países en desarrollo, pero hay que tener en cuenta que en los países en desarrollo más del 40% de las pérdidas de alimentos se produce en las etapas de post-cosecha y procesamiento, mientras que en los países industrializados más del 40% de las pérdidas de alimentos se produce en la venta minorista y el consumo.

Dado el rápido crecimiento de la población mundial, es intolerable la más mínima pérdida evitable de productos alimenticios. Además, las pérdidas de alimentos representan un desperdicio de los recursos e insumos utilizados en la producción, como la tierra, agua y energía, incrementando inútilmente las emisiones de gases de efecto invernadero (FAO, 2011).

La irradiación tiene los mismos objetivos que otros métodos de tratamiento de los alimentos: reducir las pérdidas debidas a la alteración y la descomposición, y combatir los microorganismos y otros organismos causantes de enfermedades de transmisión alimentaria. Los beneficios más importantes de esta tecnología son su extensión de vida comercial, acompañado con la reducción de cadenas de frío y los altos costos de transporte. En definitiva, el proceso de irradiación de alimentos incrementa la vida útil de los mismos sin cambios notables en sus características organolépticas, no deja residuos químicos, elimina insectos y bacterias perjudiciales, es un proceso sencillo, fiable, de baja energía, no produce efluentes industriales y, luego de largas e intensivas pruebas, es completamente seguro.

Las técnicas y el equipo empleados para irradiar los alimentos, los requisitos en materia de salud y de seguridad que hay que tener en cuenta y el conjunto de problemas que son exclusivos de este método sitúan a la irradiación en una categoría propia. En la actualidad se comercializan más de 700.000 toneladas de alimentos irradiados en el mundo.

La dosis de radiación, es decir, la cantidad de energía absorbida por el alimento (Gray = Joule de energía/kg de masa irradiada), es el factor más importante en la irradiación. A menudo, para cada tipo distinto de alimento hay que emplear una dosis estipulada si se quiere conseguir un resultado determinado.

Los organismos de reglamentación deben determinar cuáles son los alimentos que pueden irradiarse y con qué propósito concreto, y deben establecer la cantidad precisa de radiación que puede utilizarse en el procesamiento de cada tipo de alimento para conseguir el efecto deseado, así como también el tiempo que el alimento pasa frente a la fuente de radiación gamma.

Actualmente, la dosis de radiación recomendada por la Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius para la irradiación de alimentos no excede de 10 kGy. Se trata de una cantidad muy pequeña de energía, que equivale a la cantidad de calor necesaria para elevar 2,4°C la temperatura del agua.

La dosis real de radiación empleada en cualquier aplicación de tratamiento de alimentos representa el equilibrio entre la cantidad necesaria para producir el resultado deseado y la que el producto puede tolerar sin sufrir alteraciones indeseables.

La larga experiencia adquirida demuestra que, en condiciones industriales normales, una dosis de radiación que no altera en forma inaceptable el producto alimentario puede retrasar la descomposición de los alimentos reduciendo la infestación por insectos y/o la contaminación por otros organismos, incluidos los agentes patógenos en la carnes rojas, las aves y el pescado.

Entre las fuentes de radiación ionizante más importantes, pueden destacarse los radionucleidos artificiales, los cuales son materiales radiactivos que, a medida que se desintegran, desprenden rayos gamma de carácter ionizante que pueden utilizarse

para tratar alimentos. Las radiaciones gamma emitidas por cualquiera de estos radionucleidos penetran hasta una profundidad que es suficiente para satisfacer prácticamente todas las necesidades de la irradiación de alimentos. El costo de los mismos se considera aceptable para la irradiación industrial de alimentos en vista de la gran versatilidad y la capacidad de penetración de los rayos gamma. Un radionucleido que puede encontrarse fácilmente en grandes cantidades es el Cobalto-60, el cual se produce en nuestro país en la Central Nuclear de Embalse (provincia de Córdoba), siendo uno de los principales productores mundiales de este importante radioisótopo.

Hoy en día, 56 países alrededor del mundo autorizan el consumo de alimentos irradiados como especias, carnes de pollo, vaca y pescado, frutas y vegetales. Las autorizaciones existentes son de variada índole: por “productos”, por “clases”, basándose en similitud de composición química, o más ampliamente, autorizando el proceso en general, como la legislación de Brasil. Ésta permite desde el año 2000 la irradiación de cualquier alimento a cualquier dosis compatible con la conservación de sus características sensoriales y tecnológicas. Estados Unidos, país con gran conocimiento científico del tema y actualmente a la vanguardia de la implementación amplia de la irradiación de alimentos, tiene autorizadas numerosas clases de alimentos. La Unión Europea como bloque autoriza sólo la irradiación de especias y hierbas, lo cual no es obstáculo para que países europeos con mayor número de aprobaciones apliquen este método de acuerdo con sus propias legislaciones, como es el caso de Francia, Bélgica, Holanda, Croacia, entre otros.

En nuestro país, existe la autorización “por producto”. El Código Alimentario Argentino (CAA), en su artículo 174 del año 1988, legisla sobre los aspectos generales y en otros artículos autoriza la irradiación de papa, cebolla y ajo para inhibir brote; de frutilla para prolongar la vida útil; de champignon y espárrago para retardar senescencia; y de especias, frutas y vegetales deshidratados, para reducir la contaminación microbiana.

La irradiación comercial de alimentos se realiza en aproximadamente 32 países del mundo, con alrededor de 200 instalaciones de irradiación en operación. Estas

instalaciones son en un 90% plantas gamma (de Cobalto-60) mientras que las otras emplean aceleradores de electrones.

Actualmente, Argentina cuenta con dos plantas de irradiación de alimentos en las cuales utiliza Cobalto-60 como fuente de energía. Éste emite radiaciones gamma, siendo su penetración superior a la de los electrones. Una planta de Cobalto-60 consta básicamente de una sala de irradiación, una piscina de almacenamiento, un sistema transportador, una consola de control, y depósitos que separan el material irradiado del sin irradiar. La sala de irradiación es una cámara central de paredes de hormigón gruesas y puertas diseñadas especialmente para impedir la liberación de radiactividad.

La irradiación de alimentos es un proceso de bajo costo si se lo compara con otros tratamientos de alimentos como el calor o el frío. La energía requerida para la pasteurización por radiación es aproximadamente de 0,76 kWh/ton y para la esterilización se necesitan 6,3 kWh/ton. Por otro lado, el congelamiento requiere aproximadamente 90 kWh/ton, la pasteurización térmica 230 kWh/ton, la esterilización térmica 300 kWh/ton y el secado 700 kWh/ton. Usando procesos de irradiación, son posibles ahorros energéticos de entre el 70 y 90% (De Zeeuw, Dick. *Use of Nuclear Energy to Preserve Man's Food*).

La irradiación puede ser sumamente útil para abordar los principales problemas alimentarios a nivel mundial. No obstante, a pesar del respaldo de la FAO y la OMS, y en especial de la Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius, los países desarrollados han tardado en adoptar esta tecnología; está claro que uno de los motivos es la actitud del público hacia una técnica en la que intervienen radiaciones. Se trata de un problema que sólo puede solucionarse mediante la educación sanitaria del público.

Una de las principales razones de que la irradiación de alimentos no tenga aún una aplicación más general es que los gobiernos dudan de que el consumidor acepte bien los alimentos irradiados, incluso cuando reconocen que las radiaciones prestan una ayuda incalculable en el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades, la esterilización de instrumental médico y de productos farmacéuticos, así como en la producción de numerosos tipos de artículos manufacturados. Además, el consumidor

mal entiende lo que es este proceso, cómo funciona y cuál es su utilidad. Un error muy frecuente es pensar que los alimentos procesados por irradiación se vuelven radiactivos.

La irradiación de alimentos, aparte de reducir las pérdidas y el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos, también puede ofrecer ventajas especiales respecto de las técnicas clásicas de procesamiento de alimentos en los países en desarrollo. Por ejemplo, como en estos países hay muchas preparaciones alimenticias que derivan de productos frescos, la prolongación del tiempo de conservación de los alimentos perecederos por medio de la irradiación aumentaría las oportunidades de comercialización y distribución.

En carnes, las instalaciones de congelación son caras e inadecuadas. Además, la congelación afecta la textura de estos productos y los alimentos congelados no siempre son seguros ya que la congelación no elimina los patógenos.

No es un dato menor que de las 263 millones de toneladas de carne producidas en el mundo, alrededor del 20% se pierde o se desperdicia. Por lo tanto, se requiere una tecnología que permita la extensión de la vida útil de varios productos sin comprometer la seguridad microbiológica. Además de los microorganismos de deterioro, los productos cárnicos pueden contener parásitos y bacterias patógenas, que podrían eliminarse con irradiación. La dosis de radiación requerida para inactivar el 90% de las unidades formadoras de colonias de los microorganismos patógenos asociados con carnes y productos cárnicos están en el intervalo de 1- 4 kGy.

Para lograr que papas, cebollas o ajos no se broten, por ejemplo, se requieren unos pocos minutos; pero neutralizar los microorganismos que deterioran las carnes puede llevar casi una hora de exposición y descontaminar o esterilizar especias puede llevar entre 2 y 4 horas.

En muchos países en desarrollo, la producción agrícola está descentralizada y los sistemas de transporte no permiten reunir los alimentos a la velocidad necesaria para poder someterlos a irradiación. Por supuesto, en los países que tienen una sólida industria de exportación de alimentos pueden instalarse plantas de irradiación en gran escala en puntos estratégicos para llevar a cabo esta actividad.

La provincia de Entre Ríos se destaca por presentar una gran actividad agrícola-ganadera, concentrando más del 50 % de la producción nacional de carne avícola, y distinguiéndose también como productor de carne bovina y porcina. El potencial productivo de la provincia y sus alrededores, sumado al auge y el reconocimiento actual de la aplicación de radiaciones ionizantes en carnes por parte de nuestra normativa, crea alternativas a las industrias para lograr una diferenciación de sus productos en el mercado extendiendo la vida útil de los mismos. Por lo antes mencionado, es de sumo interés evaluar la posible instalación de una planta de irradiación en la zona, permitiendo a la provincia de Entre Ríos situarse entre las pioneras en la aplicación de este tipo de tecnología para la industria cárnica.

Es de esperar que la irradiación de alimentos sea económicamente viable sólo cuando se cuente con una cantidad relativamente grande de productos. Teniendo en cuenta la versatilidad de esta tecnología, la misma se podría extender a muchos otros usos que favorecerían el rendimiento y la rentabilidad de la planta.

Objetivo

En base a lo expuesto, el objetivo del proyecto consiste en estudiar la factibilidad técnica y económica para instalar una planta de radiación ionizante que, en combinación con la tecnología de refrigeración, permita aumentar la competitividad de cortes cárnicos producidos en Entre Ríos, creando así una alternativa al congelado.



CAPITULO 2:

ESTUDIO DE MERCADO Y CAPACIDAD DE PLANTA

Estudio de mercado

Introducción

Un estudio de mercado debe proporcionar una noción clara de la cantidad de consumidores que habrán de adquirir el bien o servicio que se piensa vender, dentro de un espacio definido, durante un periodo de mediano plazo y a qué precio están dispuestos a obtenerlo. Adicionalmente, el estudio de mercado va a indicar si las características y especificaciones del servicio o producto corresponden a las que desea comprar el cliente. Nos permitirá saber qué tipo de clientes son los interesados en nuestros bienes, lo cual nos ayudará a orientar la producción de la empresa.

En nuestro caso, para adquirir una noción acerca del alcance que podría tener el servicio prestado por la Planta de Irradiación Industrial, es necesario realizar una enumeración de las posibles aplicaciones de este tratamiento en el área de alimentos y otras áreas en las cuales también se pueda emplear este proceso. Luego se debería conocer la potencial demanda ubicada en la provincia de Entre Ríos y sus alrededores, identificando los productos producidos en la zona que sean afines al proceso de irradiación.

Estado y tendencia de la industria

La comercialización a gran escala de alimentos irradiados afectaría a la agricultura, industrias derivadas de la pesca, alimentarias e industrias afines, redes de transporte, industrias químicas, redes de mercadeo y comercio exterior. Uno de los aspectos más significativos de la irradiación de alimentos radica en su potencial para expandir el comercio exterior. La irradiación ayudará a suplementar el suministro de alimentos a aquellas partes del mundo donde la dieta de sus habitantes es actualmente insuficiente y evitará, en parte, la pobreza y la desnutrición.

La disponibilidad de alimentos irradiados a escala comercial involucra a una serie de sectores de los que, entre otros, podemos citar los siguientes:

1) Producción de alimentos: tanto las industrias derivadas de la agricultura, como de la pesca, se verán implicadas en los futuros desarrollos de esta tecnología. La eliminación o reducción de las pérdidas debidas al deterioro de los alimentos reducirán probablemente, en casos de exceso de producción, el número de hectáreas dedicadas a un determinado tipo de cultivo y permitirán disponer de aquellas para cultivar otras cosechas. La posible comercialización de productos cárnicos irradiados permitiría el aumento del volumen de venta de productos de calidad en grandes mercados, la creación de otros productos en áreas del interior donde la carne fresca llegaba en malas condiciones y una posible competencia entre la carne importada y la preservada por irradiación.

Otra ventaja es que en general los productos cárnicos cuando son cortes enteros son fáciles de esterilizar por irradiación, ya que lo que hay que descontaminar es la superficie, situación diferente es la que se produce con las hamburguesas que es carne molida.

Las bacterias se encuentran en la superficie del músculo y una vez molida la carne, éstas pueden estar en cualquier lugar. El centro de la hamburguesa no siempre llega a la temperatura adecuada para destruir las bacterias y por lo tanto, la irradiación es un método que provee mayor seguridad al consumidor.

2) Procesado de alimentos: la mayoría de las industrias dedicadas a la refrigeración y congelación de alimentos poseen medios económicos lo suficientemente fuertes como para llevar a cabo operaciones de comercialización de alimentos irradiados. Tales industrias podrán usar sus propios conocimientos de las técnicas de refrigeración y redes de distribución, ya que estos productos deberán estar refrigerados hasta su consumo por la dosis que se aplicarán.

3) Industrias de envases y materiales de empaquetado: los envases y paquetes son esenciales para el procesado, distribución y venta de todos los productos alimenticios. La significación de los paquetes y envases en el consumo - de materias primas básicas puede ilustrarse diciendo que las industrias de materiales de empaquetado son los terceros consumidores por orden de importancia de la industria del acero, utilizan alrededor del 50% de la producción total de papel y cartón y consumen

aproximadamente el 90% de la producción de láminas de aluminio. Estos datos se refieren a paquetes y envases para todo tipo de productos.

El impacto de la preservación de alimentos por irradiación no será significativo en términos generales sobre estas industrias, y cualquier cambio se referirá a tipos particulares de envases y al uso de varios tipos de materiales de empaquetado. Los estudios han demostrado que el empaquetado de alimentos para ser tratados con dosis por debajo de 10 KGy no presenta grandes problemas.

Cada producto, sin embargo, presenta diferencias en su comportamiento. Los productores de materiales de empaquetado están interesados en el posible avance comercial de la conservación de alimentos por irradiación. Muchas compañías han experimentado los efectos de la radiación sobre sus propios materiales o han cooperado con otras para determinar tales efectos. Es opinión de tales firmas comerciales que cualquier cambio en el requerimiento de los materiales de empaquetado, como consecuencia del tratamiento por irradiación, puede ser afrontado con poca dificultad.

4) Fuentes e instalaciones de irradiación: durante los pasados años se ha desarrollado una industria de productos procesados por irradiación en otros campos además de la irradiación de alimentos. La comercialización de alimentos irradiados generará lógicamente una demanda de unidades de irradiación que afectará a todas las industrias implicadas en tales proyectos y construcciones y de manera especial a la industria electrónica y de instrumentos de control y componentes afines.

5) Industrias del transporte: los alimentos son indudablemente las mercancías que más contribuyen al desarrollo de la industria del transporte. Para la comercialización de alimentos irradiados pueden considerarse algunos puntos interesantes: los alimentos podrán ser enviados a puntos más lejanos por medios más lentos de transporte que aquellos altamente perecederos. Este factor aparece como más favorable hacia un gradual desarrollo de los transportes por vía terrestre frente a los transportes por vía aérea.

Todos los tipos de industrias de transporte podrán beneficiarse con el hecho de poder realizar de manera más ordenada sus programas de envíos con equipos relativamente menores en relación con el volumen de sus facturaciones. De la misma manera podrá

favorecerse el comercio exterior al aumentar la exportación de productos irradiados que presenten un tiempo útil de almacenamiento mayor.

6) Redes de mercados e instalaciones de distribución: la futura comercialización de alimentos irradiados llevará consigo tanto una expansión como una estabilización de mercados, al aumentar las distancias a las que podrán enviarse nuevos productos como consecuencia de un aumento del tiempo útil de almacenamiento.

La demanda

Aproximadamente un tercio de las partes comestibles de los alimentos producidos para el consumo humano se pierde o desperdicia, lo que representa alrededor de 1.300 millones de toneladas al año, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). En la Argentina se pierden y desperdician cerca de 16 millones de toneladas de alimentos, cuyo mayor porcentaje está dado por las pérdidas ocasionadas en las etapas de producción, procesamiento y logística hasta llegar al punto de venta. Las mayores pérdidas se registran en las cadenas frutihortícolas, cereales y lácteos. En raíces, bulbos y tubérculos, tales como papa, ajo y cebolla, la brotación puede ser la principal causa de pérdidas.

Por otra parte, hay una creciente demanda del comercio internacional de productos alimenticios que deben cumplir estrictos estándares de calidad y cuarentena. Desde el punto de vista sanitario, existe una gran preocupación por la amenaza que significan para la salud los patógenos presentes en los alimentos. Entre otros, *Escherichia coli* 0157:H7, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio* son de alta relevancia para la salud pública debido a la gravedad de las enfermedades que provocan y por el número de brotes asociados a estos patógenos. El cumplimiento de buenas prácticas de manufactura es esencial, pero en ciertos casos no resulta suficiente por sí solo para reducir el número de brotes producidos por la contaminación de alimentos.

El tratamiento de los alimentos con energía ionizante, al formar parte de un sistema de aseguramiento de la calidad e inocuidad alimentarias, ha demostrado beneficios prácticos en el abordaje de las problemáticas mencionadas.

El uso de la tecnología de irradiación en alimentos permite no sólo la reducción significativa de estas pérdidas sino también conservar los alimentos, lo que conlleva a un suministro de los mismos sin riesgo para la salud y a un incremento o apertura de nuevos mercados.

Clientes Objetivos

La producción de aves en la provincia presenta una distribución donde se concentra el 60% de las granjas en el Departamento de Uruguay, Federación, Concordia, Colón y Zona Norte de Gualeguaychú; el 30% en los departamentos Paraná, Diamante, Villaguay, Noroeste de Nogoyá, Norte de Rosario del Tala; y el 10% en los departamentos Gualeguay, Nogoyá (zona Sureste).

La faena provincial de aves demuestra que los departamentos Uruguay y Colón son los que participan en mayor porcentaje, 41% y 28% respectivamente, lo cual concuerda con el numeroso asentamiento de granjas de producción de carne aviar.

Faena por Departamento		
Departamento	N° de Cabezas	Participación %
Uruguay	101,093,618	41%
Colón	72,271,404	28%
Paraná	18,879,212	7%
Gualeguay	35,582,292	14%
Villaguay	5,368,178	2%
Diamante	10,790,698	4%
Gualeguaychu	9,876,306	4%
Total	253,861,708	100 %

Tabla 1. Faena por departamento (DGG y A – Área Avícola y Porcina)

En la siguiente tabla se pueden observar los frigoríficos de la provincia de Entre Ríos.

Aves	
Frigorífico	Localidad
Granja Tres Arroyos	Concepción del Uruguay
Soychú	Gualedguay
Las Camelias	San José
Frigorífico Avícola Basavilbaso	Basavilbaso
Industrializadora Noelma S.A.	San José
Fepasa	Concepción del Uruguay
Super S.A.	Concepción del Uruguay
Domvil S.A.I.C.A.	Gualedguaychú
Santa Isabel	Crespo
Ohaky	Villaguay
Bonnin Hermanos S.A.	Colón
Granja Avícola Gaesa S.A.	Villa Clara-Villaguay
Indavisa	Hernandarias-Paraná
Frigorífico Buby	Crespo-Paraná
Calisa	General Racedo-Diamante
Busworks S.A.	San Justo Uruguay
Bovinos	
Carnes del litoral	Concepción del Uruguay
Frigorífico "El Brillante" S.R.L.	Colón
Frigorífico Alberdi S.A.	Paraná
Frigorífico Feliciano S.A.	San José de Feliciano
Frigorífico H.I.C.A S.A.	Nogoyá
Frigorífico MACIA	Maciá
Frigorífico Rural	Gualedguaychú
La Mulita S.A.	Villaguay
P.G.E S.A.	San José

Tabla 2. Frigoríficos de Entre Ríos

Problemática con la congelación

En alimentación, se define la congelación como la aplicación intensa de frío capaz de detener los procesos bacteriológicos y enzimáticos que destruyen los alimentos. No obstante, durante los procesos de congelación y de almacenamiento en congelación pueden producirse diferentes cambios que pueden afectar negativamente a la calidad del producto. Uno de los principales problemas que puede afectar la calidad de la carne durante su congelación es la pérdida de humedad, lo cual además de afectar el aspecto de la carne también representa una pérdida económica debido a la disminución en el peso. La pérdida excesiva de humedad de algunas superficies de la carne origina áreas localizadas con deshidratación y cambio en la coloración, este fenómeno constituye la quemadura por congelación.

En las primeras etapas de la quemadura, la mayoría de las manchas desaparecen durante descongelación o la cocción; sin embargo, pueden llegar a ser irreversibles

ya que las proteínas de la carne se han desnaturalizado y no se rehidratarán, dicha deshidratación suele ir acompañada por el desarrollo de malos sabores debido a la oxidación de las grasas. Estos fenómenos que suceden en la carne generan que se aleje cada vez más de la imagen de “carne fresca”. Para ello se pretende emplear un método satisfactorio, que conserva intactas las propiedades de los alimentos para el momento en que se requiera consumir asimilando al producto fresco.

Las temperaturas que se emplean en el almacenamiento bajo congelación son inferiores a -18°C . Es de gran costo para la industria de los alimentos mantener el producto a esta temperatura. Tanto los equipos de congelación como poner en funcionamiento los mismos tienen un costo elevado, lo que encarece el producto. Invertir en infraestructura de frío en la actualidad representa una de las inversiones más importantes de la cadena de abastecimiento, el beneficio de esta inversión requiere una eficiente distribución del producto hacia el consumidor final, es decir, implica que toda la cadena permanezca sin romperse. Mediante el uso de la logística en estos productos se debe mantener y controlar la cadena de frío. El mantenimiento y control de la misma son la base para realizar óptimos almacenamientos y distribución de la mercadería perecedera. Una cadena de frío que se mantiene intacta, garantiza al consumidor que el producto se recibe en condiciones óptimas. Sin embargo, esto trae aparejado tener costos altos que aumentan el precio del producto final.

En el caso de que no se cumpla la cadena de frío desde la producción y durante la distribución, probablemente el mercado receptor no acepte la partida enviada generando así un problema para la empresa que envía la carne congelada. Por lo tanto, la misma debe tener un protocolo pre-establecido en el caso de que la partida sea rechazada lo cual le genera, además de un problema, una pérdida económica.

La Oferta

El surgimiento de ETA's y/o pérdidas de calidad por deterioro, ponen en riesgo las exportaciones o las devoluciones de las partidas a llegar a destino si no se encuentra a una alternativa rápida de solución. Un claro ejemplo de esto es lo que sucede en la industria avícola, en donde los científicos y profesionales de la salud piensan que la irradiación de carne es el método más efectivo para reducir significativamente el problema de la salud pública de la salmonelosis, vehiculada por estos alimentos. Esto se debe a que durante la faena hay ciertas etapas, como el escaldado, desplumado y refrigerado, que son foco de contaminación cruzada, sumado a que la *Salmonella* tiene la capacidad de adherirse fuertemente a la piel del pollo, lo que ocasiona que esta bacteria se propague por medio de los elementos utilizados y se contamine el producto.

La situación es muy similar con el cerdo, vacuno, cordero y cualquier otro producto cárnico fresco o congelado.

Todo tipo de tratamiento de alimentos implica un aumento en su costo. A nivel mundial se estima que la irradiación no supera el 3% del precio del producto, pero a esto hay que sumarle el costo del transporte hasta la planta.

Muchas variables afectan los costos de los alimentos, una de ellas es el costo del procesamiento. El enlatado, la congelación, la pasteurización, la refrigeración, y la irradiación incrementan el costo de producto. En el caso de la irradiación éste se estima en centavos dólar por kilo, lo que es competitivo con el de otros tratamientos y en algunos casos resulta aún menos costoso.

El costo de procesado oscila entre 10 y 15 U\$S/tonelada para productos que requieren bajas dosis (por ej: inhibición de germinación de papas y cebollas, retardo de maduración, etc.). En el caso de altas dosis los mismos varían entre 100 y 250 U\$S/tonelada (por ej: procesado de especies, esterilización industrial y eliminación de virus). Es decir, el aumento en costo debido a la irradiación de alimentos se estima en 4-6 centavos dólar por kilo de frutas y hortalizas, y 6-10 centavos dólar por kilo de carne.

La amplitud de los costos de irradiación se debe a las numerosas variables que intervienen en cualquier operación de irradiación. Entre ellas figuran la dosis de irradiación empleada (que puede variar mucho según el propósito del tratamiento), el volumen y el tipo de producto que se irradia, el tipo y el rendimiento de la fuente de radiación, el hecho de que la instalación se dedique a uno o a varios productos alimentarios, el costo del transporte de los alimentos hasta el irradiador, y desde éste al lugar de origen, el envasado especial del alimento y el costo de los tratamientos suplementarios (congelación o calentamiento).

La instalación de una planta de irradiación de alimentos de cobalto 60 implica inversiones que oscilan entre los 3 y 10 millones de dólares, de acuerdo con la capacidad y con la tecnología a emplear, entre otros factores. Este costo es comparable a otros tipos de tecnología de procesado. Por ejemplo, una moderna planta de ultra-alta-temperatura para esterilizar leche, jugos de frutas y otros productos líquidos ronda aproximadamente en los 5 millones de dólares. Una planta convencional de tratamiento para la desinfección de frutas requiere una inversión aproximadamente en 3 millones de dólares.

El costo de la inversión de una planta de irradiación depende principalmente del tamaño de la planta y de la recarga del material radiactivo que, en nuestro caso particular, es Co-60. Estos dos parámetros están en función del tipo de productos a irradiar y de las dosis seleccionadas.

Se analiza la posibilidad de brindar un servicio a los frigoríficos de la provincia, teniendo en cuenta la cercanía entre ellos lo que lleva a replantear costos en transporte, logística y minimizar la problemática de conservación de los productos, sobre todo cuando se destinan a exportación.

La competencia

Argentina cuenta actualmente con dos plantas de irradiación de alimentos que utilizan cobalto-60 como fuente de energía. La más antigua es la Planta de Irradiación Semi-Industrial (PISI) que diseñaron profesionales de la Comisión Nacional de Energía

Atómica y funciona desde 1970 en el Centro Atómico Ezeiza (CAE). El servicio de dosimetría que brinda esta instalación es fundamental para quienes desean someter a un tratamiento de irradiación con un objetivo determinado, a un producto industrial que carece de datos experimentales sobre la dosis y condiciones de proceso recomendadas.

La otra planta industrial de irradiación de alimentos a nivel comercial instalada en el país es IONICS S.A. ubicada en el partido de Tigre, Provincia de Buenos Aires. IONICS SA es una empresa privada que opera desde el año 1989 cuya infraestructura le permite operar dos unidades radiantes en una misma planta (2° unidad radiante incorporada en Marzo del 2017), superando así el doble de su capacidad inicial.

Es importante destacar que la tecnología empleada para el diseño y puesta en marcha de esta planta es de desarrollo nacional. El establecimiento de IONICS SA, al igual que la PISI de Ezeiza aplica Co-60 como fuente de irradiación, pero posee una capacidad operativa mayor. Allí se procesa casi el 90% del volumen de alimentos irradiados en el país.

Antes de la reciente incorporación de una segunda unidad radiante por parte de la empresa IONICS SA, el total de alimentos irradiados por ambas instalaciones alcanzaba aproximadamente las 4000 toneladas; hoy en día ese valor se ve ampliamente superado. De ese total la mayor parte corresponde a especias que se utilizan como aditivos en otros alimentos (por ejemplo en elaboración de chacinados). Otros alimentos que se irradian son en su mayoría deshidratados: cacao en polvo, suero bovino desecado, huevo deshidratado, extracto de carne, polen, harina de soja, harina de legumbres, etc.

COMPETENCIA	IONICS S.A	PISI	CONGELADOS (sustitutos)
USOS	✓ Inhibición de brotación ✓ Descontaminación ✓ Desparasitación ✓ Desinsectación ✓ Esterilización	✓ Inhibición de brotación ✓ Descontaminación ✓ Desparasitación ✓ Desinsectación ✓ Esterilización	✓ Reducción de la velocidad de procesos biológicos y enzimáticos

OBJETIVOS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Control fitosanitario ✓ Protección de la salud ✓ Extensión de vida comercial ✓ Aseguramiento de la calidad final 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Investigación y asesoramiento ✓ Control fitosanitario ✓ Protección de la salud ✓ Extensión de vida comercial ✓ Aseguramiento de la calidad final 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conservación de alimentos ✓ Extensión de la vida útil ✓ Protección de la salud
RUBROS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agronómicos ✓ Cosméticos ✓ Dispositivos Médicos ✓ Alimenticios ✓ Nutracéuticos ✓ Farmacéuticos y Veterinarios ✓ Domisanitarios 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Medicinal ✓ Alimenticios 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alimenticios ✓ Medicinal

Tabla 3. Comparación entre competencias y sustitutos

Pese a la versatilidad que presenta la competencia, el reciente reconocimiento por parte de nuestra normativa para la aplicación de radiaciones ionizantes en carnes, nos genera una ventaja competitiva a la hora de ubicar estratégicamente la planta en la región donde se concentra la mayor producción de carne aviar.

Capacidad de planta

Para poder estimar la capacidad de planta, es necesario conocer la matriz productiva nacional y provincial en la actualidad. Es útil destacar que los principales ocho destinos para la carne vacuna y avícola argentina, tomando las ventas del último año, fueron China, Unión Europea (ingresando por los puertos de los Países Bajos y Alemania), Chile, Israel, Rusia, Brasil y Marruecos.

En la provincia se destacan frigoríficos de carne de ave, carne bovina y porcina que manejan grandes volúmenes de producción y, además, se dedican a la actividad de exportación a nivel mundial. Algunos de ellos son:

- Granja Tres Arroyos - Concepción del Uruguay
- Fepasa - Concepción del Uruguay
- Super S.A - Concepción del Uruguay
- Carnes del Litoral - Concepción del Uruguay
- Soychú - Gualeguay
- Frigorífico Rural - Gualeguaychú
- Las Camelias S.A - San José
- PGE S.A - San José
- Industrializadora Noelma S.A - San José
- Frigorífico “El Brillante” S.R.L - Colón
- Bonnin Hnos. - Colón

Sector avícola

Entre Ríos es la primera provincia en producción e industrialización avícola del país. Según SENASA, Entre Ríos cuenta con 2860 unidades productivas avícolas dedicadas a distintas actividades primarias e industriales (granjas de engorde para la producción) y 15 frigoríficos, lo que representa el 52% del total nacional (2013).

En particular, Entre Ríos tiene fuerte presencia en la exportación de pollo entero con un 62% del total nacional y trozado (cuarto trasero, pierna o muslo, pechuga, carcazas, carne mecánicamente deshuesada, supremas, cogote, muslo, patas, cuarto delantero y cuartos compensados) con un 75% del total nacional. En lo que respecta a subproductos, Entre Ríos exporta los desechos procesados de la faena avícola lo que representa el 54,9% del total nacional. Es la principal provincia exportadora por lo que acapara el 69,8% de las exportaciones nacionales.

Sector ganadero

Entre Ríos cuenta con un rodeo bovino de aproximadamente 4.4 millones de cabezas y 370 mil cabezas de ganado ovino lo que representa el 8,5% y 3,7% respectivamente de participación en el total nacional. La provincia cuenta con 59 establecimientos dedicados a la faena lo que corresponde al 11% nacional. Más del 70% se destina al consumo local, el resto se exporta en forma de carne fresca y carne congelada lo que representa el 30% del total exportable provincial.

El ganado porcino ha cobrado relevancia en los últimos años, contando con 118 establecimientos granjas, 5 establecimientos multiplicadores de genética y 14 frigoríficos, los que aportan el 4% del total de la faena nacional. La carne porcina se destina en el 85% a la elaboración de chacinados, embutidos y fiambres.

Faena nacional y provincial

Carne aviar

Multiplicando el número de cabezas totales faenadas por el peso promedio de pollos faenados considerando en rendimiento de la canal del 80% se obtiene las toneladas anuales de carne producida en la provincia.

Nº cabezas: 253.861.708

Peso promedio de pollo terminado: 2 Kg

Peso promedio pollo faenado= 2 Kg (considerando un rendimiento del 80%)

Toneladas anuales= $(253.861.708 * 2 \text{ Kg})/1000 = 508.000 \text{ Tn/año}$

	Faena por departamento							Total
	Uruguay (41%)	Colón (28%)	Gualeduay (14%)	Paraná (7%)	Diamante (4%)	Gualeduaychú (4%)	Villaguay (2%)	
Total Carne Fresca	208.280 Tn.	142.240 Tn.	71.120 Tn.	35.560 Tn.	20.320 Tn.	20.320 Tn.	10.160 Tn.	508.000 Tn.

Tabla 4. Faena por departamento (Tn/año)

En base a la cercanía de los departamentos y la participación de los mismos en la faena provincial, se decide considerar a los siguientes como potenciales clientes: Departamento Uruguay, Colón y Gualaguay los cuales representan el 83% de participación de la faena en Entre Ríos.

	Uruguay (41%)	Colón (28%)	Gualeduay (14%)	Total
Total Carne Fresca	208.280 Tn.	142.240 Tn.	71.120 Tn.	421.640 Tn.

Tabla 5. Faena de potenciales clientes (Tn/año)

El volumen producido por los posibles clientes localizados en las regiones seleccionadas se estima en 421.640 toneladas al año de las cuales aproximadamente el 70% se destina a exportación y el resto a mercado interno. En base a lo consultado

con empresas del sector avícola se considera brindar el servicio de irradiación para carnes destinadas tanto a exportación como mercado interno a un 6% del total. Dicho valor representa el riesgo que las empresas están dispuestas a tomar teniendo en cuenta que la principal limitante está dada por la aceptación del consumidor hacia esta tecnología.

- Toneladas anuales de carne aviar a irradiar = 25.298 Tn/año

Carne Bovina

En 2017 la producción de carne bovina alcanzó las 651.027 toneladas anuales de carne de res con hueso. La provincia de Entre Ríos presenta una participación en un 11% (71.613 Tn/año) respecto de la producción total nacional, de las cuales el 70% se destina al mercado interno y el 30% restante se exporta a diferentes mercados, dentro de los cuales se destacan países como China, Rusia, Chile, Brasil y la Unión Europea.

En base a la producción de los frigoríficos localizados en la región, se considera brindar el servicio de irradiación de carne bovina destinada tanto a mercado interno como a exportación a un 2,5% de la producción total provincial. Al igual que lo que sucede en la industria avícola, este valor representa el riesgo que las empresas están dispuestas a tomar teniendo en cuenta que la principal limitante está dada por la aceptación del consumidor hacia esta tecnología.

- Toneladas anuales de carne bovina a irradiar: 1790,3 Tn/año

Capacidad estimada de planta

En base a los datos analizados anteriormente, se estima una capacidad de planta de aproximadamente 27088 toneladas al año, lo cual representaría **2.257 Tn/mes**.

Teniendo en cuenta que la planta trabajara las 24 horas/día - 28 días/mes con el fin de aprovechar al máximo la actividad de la fuente de cobalto 60 (destinando dos o tres días al mes para tareas de mantenimiento), se estima que la cantidad a irradiar por hora será **3,13 toneladas**.

Comercialización

Una vez definido el servicio resta saber cómo lo vamos a ofrecer a las diferentes industrias, los cuales son nuestros clientes. Para resolver esta cuestión es necesario elegir los canales de venta habituales y de contacto con los clientes. A continuación, planteamos los posibles canales de comercialización para el caso particular de nuestro servicio.

- ✓ Venta directa: es la venta tradicional. Se propone crear un espacio físico de negocio como un local o una oficina. También tendremos un equipo comercial que realice las ventas a domicilio, donde un vendedor hará el ofrecimiento del servicio.
- ✓ Ventas por teléfono: se propone crear una lista con los números de clientes potenciales y llamarlos ofreciéndoles el servicio, contándoles brevemente de qué se trata y poder conseguir una reunión con ellos para brindarles mayor información.
- ✓ Ventas por Internet: los sitios web son una herramienta fundamental para las empresas de todos los tamaños y por eso se propone la creación de un sitio web detallando el servicio que se ofrece y dejando el contacto para mayor información.
- ✓ Correo directo: se propone la elaboración de un buen servicio de distribución de correo directo, una lista de clientes potenciales, la impresión y el envío del material de venta. Si bien tiene mayores costos y demanda mayor logística se puede llegar a miles de clientes potenciales a la vez.
- ✓ Ferias relacionadas con la industria de alimentos: servirá como punto estratégico para inversores y compradores de alimentos de todo el mundo. En estas ferias la demanda global y la oferta regional se unen para hacer negocios en un contexto que sirve de plataforma para fortalecer las cadenas de valor, fomentar la innovación y la productividad de los actores y estimular la generación de nuevas empresas proveedoras de alimentos con alto valor agregado y calidad de exportación. Ejemplos de ferias: Tecno Fidta Buenos Aires, Food Technology Summit Argentina, Fithep Expoalimentaria.

Marketing de la empresa



Fig. 1. Marketing de la empresa Gamma Energy S.A

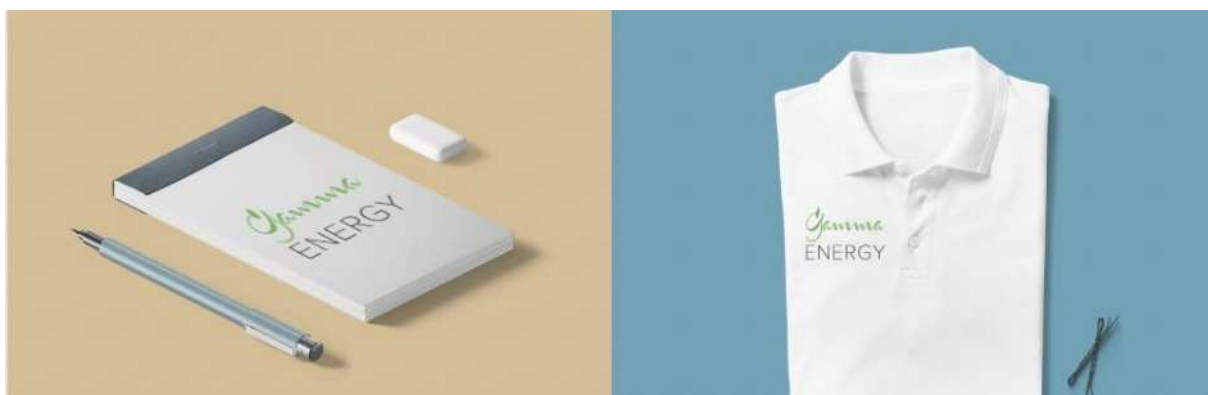


Fig. 2. Marketing de la empresa Gamma Energy S.A

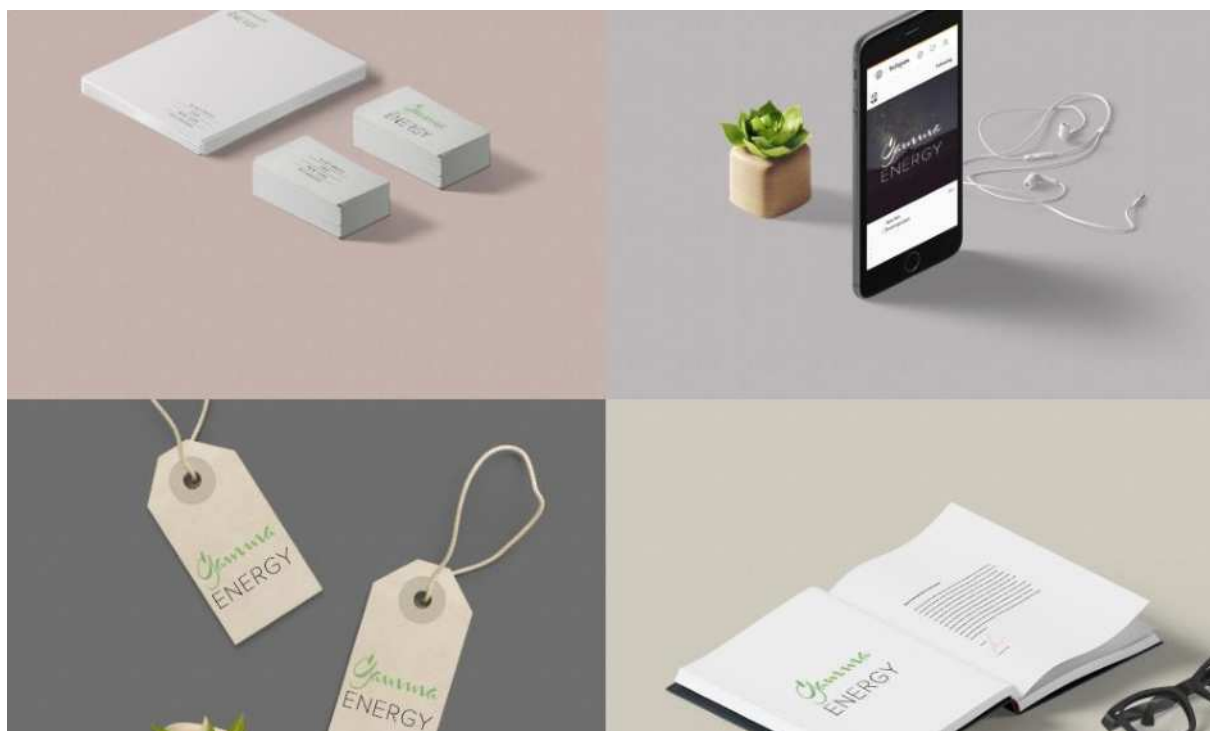


Fig. 3. Marketing de la empresa Gamma Energy S.A

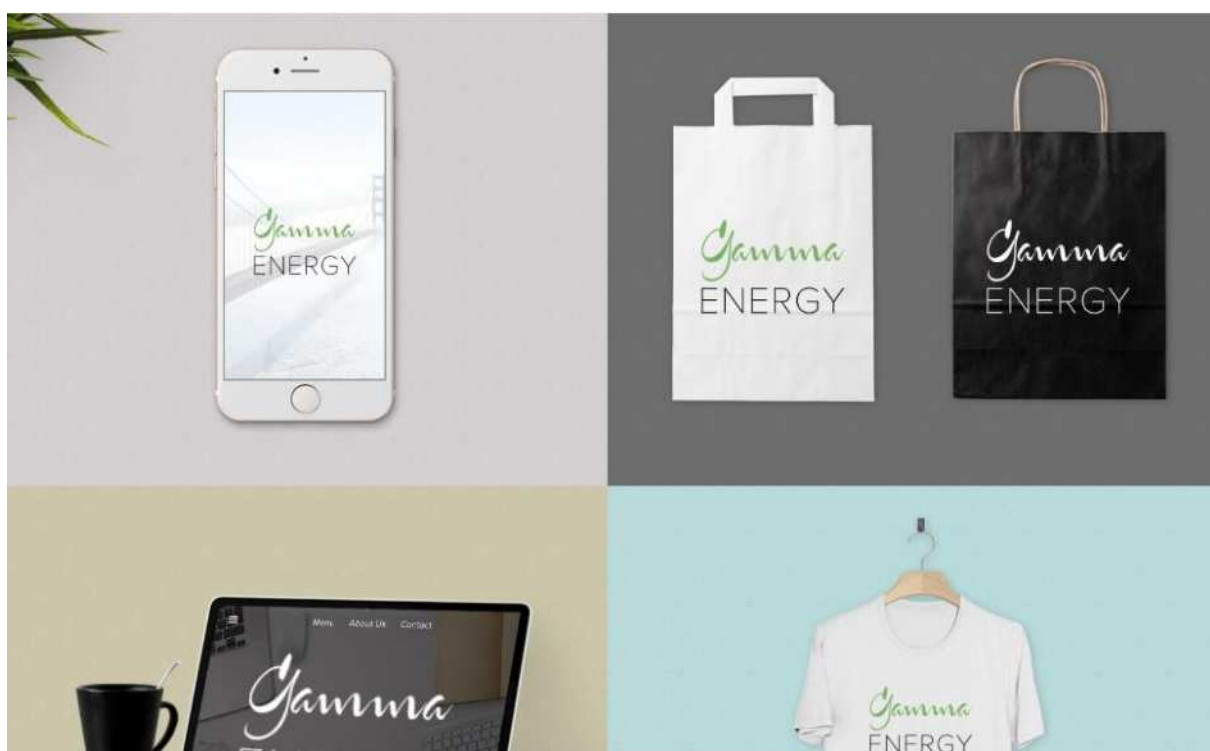


Fig. 4. Marketing de la empresa Gamma Energy S.A



CAPÍTULO 3: **LOCALIZACIÓN**

Localización de planta

Introducción

La adecuada ubicación de la planta industrial es tan importante para su éxito posterior, como lo es la elección del proceso mismo, y por lo tanto para lograr esto, se procurará naturalmente hacer el análisis tan amplio como sea posible y no se dejarán de incluir en él, los valores intangibles que se conozcan o perciban a través del estudio. El fin perseguido en cualquier problema sobre situación o ubicación de fábricas es la elección del lugar que permitirá reunir los materiales necesarios, realizar los procesos de fabricación y entregar el producto a los clientes con el costo total más bajo posible. Al realizar un estudio para ubicar una planta lo más común es que se encuentren muchos factores importantes para decidir cuál es el mejor sitio, los cuales proporcionarán un amplio campo para el estudio. Es necesario también abarcar el futuro previsible, que implica tener en cuenta la continuidad en la suficiencia y la disponibilidad de los suministros necesarios, al mismo tiempo que su costo probable.

En el proceso de evaluación de alternativas de localización, sin importar el método de selección que se utilice existen una serie de factores que comúnmente son considerados como trascendentales para la determinación óptima de la ubicación macro o micro. La siguiente lista es de carácter enunciativo y no limitativa, por ende, podrán considerarse otros factores y excluir algunos de los listados, dependiendo del caso específico y el criterio de evaluación.

- Disponibilidad de Materia Prima y envases:
 - ✓ Principales fuentes de abastecimiento – Distancia
 - ✓ Canales de distribución - Costo de diversos medios de transporte
 - ✓ Uso de materiales sustitutivos

- Zonas de consumo o mercados:
 - ✓ Distancia - Disponibilidad y costo de diversos medios de transporte
 - ✓ Potencialidad relativa de los mismos.
 - ✓ Crecimiento o disminución del mercado

- ✓ Competencia - Presente y futura
- Suministro de energía y de combustibles:
 - ✓ Principales fuentes de abastecimiento – Distancia
 - ✓ Reservas futuras
 - ✓ Sistema de comercialización - Costos de los diversos transporte
 - ✓ Distancia
- Suministro de agua:
 - ✓ Calidad - Temperatura, contenido de sólidos, contenido de bacterias
 - ✓ Cantidad
 - ✓ Seguridad - Construcción de tanques de almacenamiento
 - ✓ Costos
- Disponibilidad zonal de mano de obra
- Ubicación geográfica - Mapas y Planos
 - ✓ Clima
 - ✓ Temperaturas atmosféricas
 - ✓ Humedad
 - ✓ Lluvias
 - ✓ Topografía del terreno
- Infraestructura existente y necesidades de completarla:
 - ✓ Vivienda, energía, transporte, agua, desagüe.
- Beneficios otorgados exclusivamente por la elección de la localización:
 - ✓ Enumeración y fuentes documentales
 - ✓ Influencia en la elección de la zona
- Importancia de la empresa en y para la región donde se localiza

En el estudio de localización se involucran dos aspectos diferentes:

- **Macrolocalización:** es decir, la selección de la región o zona más adecuada, evaluando las regiones que preliminarmente presenten ciertos atractivos para la industria que se trate.
- **Microlocalización:** es decir, la selección específica del sitio o terreno que se encuentra en la región que ha sido evaluada como la más conveniente.

Macrolocalización

Entre Ríos es una de las veintitrés provincias que componen la República Argentina, ubicándose entre los paralelos de 30º y 34º de latitud sur y entre los meridianos de 58º y 61º de longitud oeste. Forma parte de la Región Centro, aunque también se incluye como componente de la Mesopotamia conformada por los ríos Uruguay y Paraná, en el Litoral argentino.

La provincia cubre una extensión aproximada de 78.781 km², equivalentes a 7.654.600 ha (el 2,8% del total nacional). El 72% aproximadamente corresponde a tierra firme y el 28% restante a ríos, valles inundables de los principales ríos y arroyos, y las áreas de predelta y delta.

Política y administrativamente se divide en 17 departamentos, siendo la capital provincial la ciudad de Paraná, ubicada en el centro-oeste de la provincia.

La provincia está integrada geográficamente al NEA (noreste argentino: Corrientes, Misiones, Chaco y Formosa) y a la región centro (Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires). Se comunica con la provincia de Santa Fe a través del Túnel Subfluvial que une la ciudad de Paraná con Santa Fe, y por el viaducto Victoria - Rosario que une ambas ciudades. También con la provincia de Buenos Aires a través del complejo ferro-vial Zárate-Brazo Largo y con la de Corrientes por las rutas nacionales N°127 y N°12. Tiene límite internacional y vinculación ferro-vial con la República Oriental del Uruguay a través de los puentes Salto Grande (en Concordia), Gral. Artigas (en Colón) y Gral. San Martín (en Gualeguaychú).



Fig. 1. Conexiones de la provincia

La posición geográfica de Entre Ríos es sumamente estratégica. Es una de las provincias con mayor integración con el MERCOSUR, dado que por ella pasa el corredor bioceánico que une Chile, Uruguay, Argentina y el sur de Brasil: la hidrovía Paraná-Paraguay, además de importantes conexiones viales, ferroviarias y portuarias que la comunican con los grandes centros de consumo de la región y del mundo (Consejo Empresario de Entre Ríos, 2004). Los puertos más importantes de la provincia son el de Concepción del Uruguay, Diamante e Ibicuy, y se encuentra muy cercano a los dos principales del país, que son los de Rosario y Buenos Aires, así como también al Aeropuerto Internacional de Ezeiza.



Fig. 2. Corredor bioceánico Hidrovía Paraná - Paraguay

La distancia de la capital provincial con los principales centros del MERCOSUR y otros países limítrofes es la siguiente: desde Paraná a Buenos Aires, 466 km; a Montevideo (Uruguay), 639 km; a Asunción (Paraguay), 926 km; a San Pablo (Brasil), 2250 km; a Santiago de Chile (Chile), 1314 Km. (Secretaría de Estado de la Producción de Entre Ríos, 2007).

Según el censo de 2010 (INDEC) posee 1.236.300 habitantes, lo cual la convierte en la séptima provincia más poblada del país. Dicha población equivalía al 3,1 % del total nacional.



Fig. 3. Ubicación estratégica del MERCOSUR

En la provincia de Entre Ríos, para el caso de la avicultura, el 87% del valor total del sector está representado por la producción de pollos y el 13% restante a la de huevos. En 2013, la participación de Entre Ríos alcanzó casi el 50% de la producción nacional de pollos ocupando el primer lugar del país. La evolución de la faena muestra una tendencia creciente y sostenida en los últimos años, siendo la tasa de crecimiento (2005 vs. 2006) del orden del 14,2%.

La producción y faena de aves se concentra en los departamentos Uruguay, Colón y Gualaguay siendo su participación del 42%, 28% y 14% respectivamente. Actualmente, el sector avícola es significativamente competitivo lo que le permite acceder firmemente a mercados internacionales, hallándose en franca expansión.

La ganadería bovina de carne es la actividad principal en relación al uso del suelo y al número de empresas agropecuarias y se distribuye en todo el territorio provincial. La existencia total de cabezas es de aproximadamente 4.711.050 (el 7% del total nacional). En el período 2005-2006, es posible inferir una tasa de crecimiento de la producción bovina cercana al 21% (Dirección General de Producción Animal de Entre Ríos).

En el siguiente cuadro se puede observar los frigoríficos de la provincia de Entre Ríos.

Aves	
Frigorífico	Localidad
Granja Tres Arroyos	Concepción del Uruguay
Soychú	Gualaguay
Las Camelias	San José
PGE S.A	San José
Frigorífico Avícola Basavilbaso	Basavilbaso
Industrializadora Noelma S.A	San José
Fepasa	Concepción del Uruguay
Super S.A	Concepción del Uruguay
Domvil S.A.I.C.A	Gualaguaychú
Santa Isabel	Crespo
Ohaky	Villaguay
Bonnin	Colón
Granja Avícola Gaesa S.A	Villa Clara-Villaguay
Indavisa	Hernandarias-Paraná
Frigorífico Buby	Crespo-Paraná
Calisa	General Racedo-Diamante
Busworks S.A	San Justo Uruguay
Bovinos	
Carnes del litoral	Concepción del Uruguay
Frigorífico "El Brillante" S.R.L	Colón
Frigorífico Alberdi S.A	Paraná
Frigorífico Feliciano S.A	San José de Feliciano
Frigorífico H.I.C.A S.A	Nogoyá
Frigorífico MACIA	Maciá
Frigorífico Rural	Gualaguaychú
La Mulita S.A	Villaguay

Fig. 4. Frigoríficos de Entre Ríos

Microlocalización

La producción de aves en la Provincia presenta una distribución donde se concentra el 60% de las granjas en el departamento de Uruguay, Federación, Concordia, Colón y Zona Norte de Gualeguaychú; el 30% en los departamentos Paraná, Diamante, Villaguay, Noroeste de Nogoyá, Norte de Rosario del Tala; y el 10% en los departamentos Gualeguay, Nogoyá (zona Sureste). Este distribución hoy día se encuentra ampliamente esparcida por casi todo el territorio provincial, ubicándose nuevos asentamientos de granjas en sitios que ofrecen importantes ventajas de bioseguridad, como son montes bajos y zonas de baja concentración poblacional avícola. Destacándose la costa del Uruguay con alrededor del 70% de las granjas del total de granjas existentes en la provincia de pollos parrilleros y la zona de Paraná que concentra el 70% de granjas productoras de huevos de consumo.

La faena Provincial de Aves demuestra que los departamentos Uruguay y Colón son los que participan en mayor porcentaje, 41% y 28% respectivamente, lo cual concuerda con el numeroso asentamiento de granjas de producción de carne aviar.

Faena por Departamento		
Departamento	N° de Cabezas	Participación %
Uruguay	101,093,618	41%
Colón	72,271,404	28%
Paraná	18,879,212	7%
Gualeguay	35,582,292	14%
Villaguay	5,368,178	2%
Diamante	10,790,698	4%
Gualeguaychu	9,876,306	4%
Total	253,861,708	100 %

Fig. 5. Faena por departamento (DGG y A – Área Avícola y porcina)

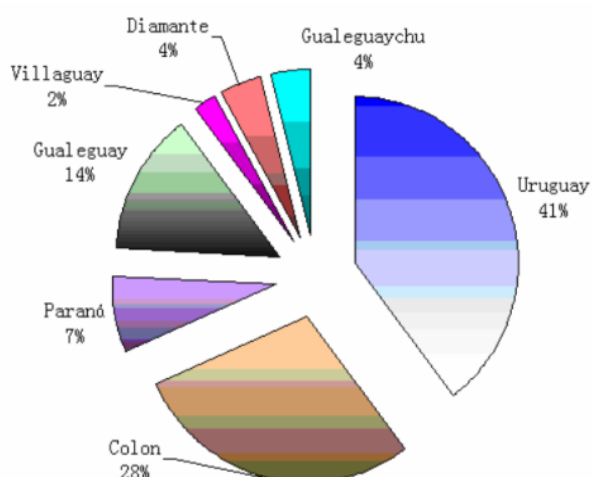


Gráfico 1. Participación por departamento en porcentaje (DGG y A – Área Avícola y porcina)

¿Por qué elegir un parque industrial para localizar una planta?

Un parque industrial es aquella extensión de terreno destinada al asentamiento de industrias cuyo espacio físico e infraestructura están definidos de antemano al igual que en las áreas, pero que cuentan con servicios comunes a todas las industrias radicadas, y reglamento interno, con un ente administrador organizador y con funciones de control.

Algunas de las ventajas de los parques industriales son:

- Menor costo de los terrenos
- Menor costo de la infraestructura y de los servicios comunes centralizados
- Mayor seguridad en el abastecimiento de energía eléctrica, gas, comunicaciones, etc.
- Permite un mejor control del medio ambiente en el mismo predio y en el ejido urbano
- Beneficios promocionales, etc.

Parques Industriales en Entre Ríos y su ubicación



Fig. 6. Parques industriales en la provincia y su ubicación

Para elegir la microlocalización de la planta se analizan las posibilidades dentro de la provincia de Entre Ríos donde se concentra la mayor producción de carne aviar: Parque Industrial de Concepción del Uruguay, Parque Industrial de Gualeguaychú y Parque Industrial de Villaguay.

Parque Industrial Concepción del Uruguay

La ciudad de Concepción del Uruguay, provincia de Entre Ríos, se encuentra estratégicamente ubicada en el centro geográfico del Mercosur, a orillas del Río Uruguay.

El Parque Industrial de Concepción del Uruguay se encuentra sobre la Ruta Nac. 14 (Autovía Mesopotámica), a 300 mts de la Ruta Prov. 39 que atraviesa transversalmente la provincia de Entre Ríos. Tiene como vecino lindero a la Zona Franca de Concepción del Uruguay y se halla próximo al puerto de ultramar de esta ciudad.

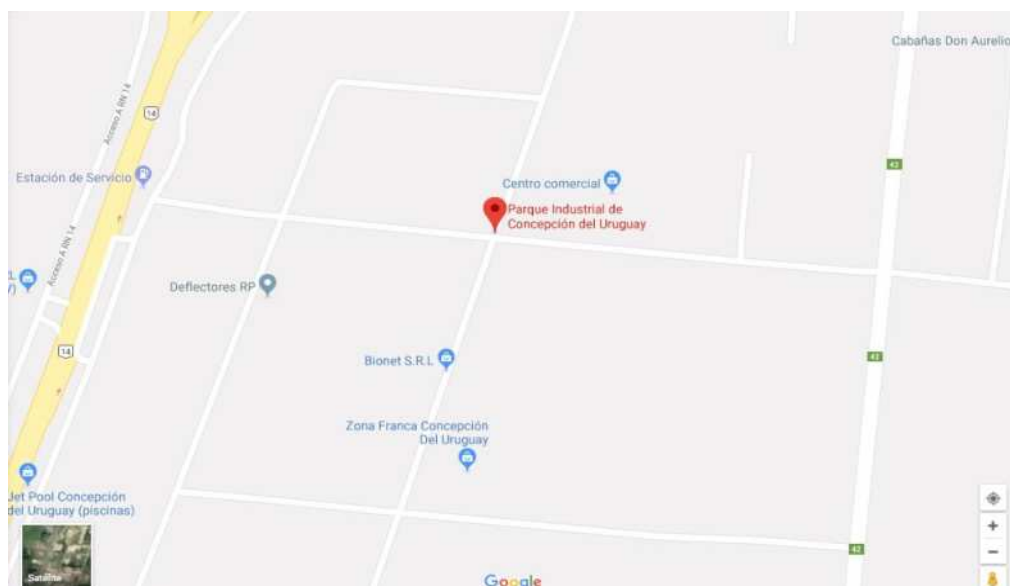


Fig. 7. Ubicación del Parque Industrial Concepción del Uruguay por GoogleMaps

Las vías terrestres de comunicación más importantes son la Ruta Nac. 14 (Autovía Mesopotámica) y la Ruta Prov. 39. La Ruta Nac. 14 forma parte del corredor vial que une los polos industriales de San Pablo y Buenos Aires, que actualmente registra el mayor movimiento de transporte de cargas y mercaderías del Mercosur.

Actualmente se ha avanzado en la construcción de la Autovía Mesopotámica encontrándose a pocos kilómetros del Parque Industrial de Concepción del Uruguay, donde se unirá con la traza del Corredor Bioceánico e integrándose a la Región Centro (Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos). La Ruta Prov. 39 une la costa del Uruguay con la del Paraná, conectando grandes centros poblados a través del Túnel Subfluvial Hernandarias y el Puente Rosario-Victoria.

Las características principales del parque industrial son:

- Superficie total: 111 hectáreas.
- Valor del Terreno: \$3.150/ha. No se cobran las expensas por los servicios comunes.
- Sectorización: en el diseño del Parque Industrial se han tenido en cuenta pautas que responden a claros principios de zonificación, tendientes a evitar conflictos entre los diferentes usos del suelo y actividades que complementariamente deben desarrollarse en su interior.

– Ventajas impositivas: los radicados en el parque gozan de exenciones impositivas del 100% para todas las tasas municipales por 10 años como mínimo, que en ciertos casos pueden llegar a 20 años. Realizando las gestiones correspondientes ante el Registro Industrial dependiente de la Secretaría de Industria de la Provincia pueden lograrse reducciones del 30% al 100% en los impuestos inmobiliario, ingresos brutos y automotores.

– Costos: los costos de las parcelas son mínimos, dadas las características promocionales del Parque, no cobrándose expensas por los servicios comunes.

Infraestructura y servicios:

– Energía eléctrica: en el Parque Industrial existen líneas de 132 kV, 33 kV, y 13,2 kV; siendo el suministro de energía ilimitado y confiable dado que la línea de 132 kV se alimenta directamente del anillo del Sistema Interconectado argentino-uruguayo de 500 Kv originado en la Represa de Salto Grande. En la facturación de la energía eléctrica consumida se obtienen las exenciones de los impuestos municipales y provinciales.

– Gas natural: el parque industrial cuenta con una red troncal de distribución de gas natural que permite el acceso a la mayoría de los terrenos.

– Provisión de agua: la provisión de agua apta para consumo se obtiene mediante perforaciones.

El Parque Industrial de Concepción del Uruguay, dispone además de las siguientes obras de infraestructura y servicios comunes:

– Calles internas demarcadas y enripiadas.

– Servicio contra incendios: se cuenta con una cisterna móvil de 7.000 lts. de capacidad con motobomba de 10.000 l/hora.

– En el Parque Industrial hay un laboratorio del I.N.T.I., con infraestructura y equipamiento para brindar apoyatura tecnológica a la industria.

– Comunicaciones: disponibilidad de línea telefónicas con D.D.N. y D.D.I. interconectadas con el resto del sistema, mediante anillo de fibra óptica interurbano.

– Edificio central de informaciones y reuniones, donde funciona la oficina del Parque Industrial.

– Servicio de seguridad y vigilancia.

– Estación de servicio.

Parque Industrial Gualeguaychú

Se ubica sobre Ruta Nacional 14, a 7 Km. del centro de Gualeguaychú, su dirección es España N° 130 y el organismo responsable del mismo es la Comisión administradora del Parque Industrial Gualeguaychú.

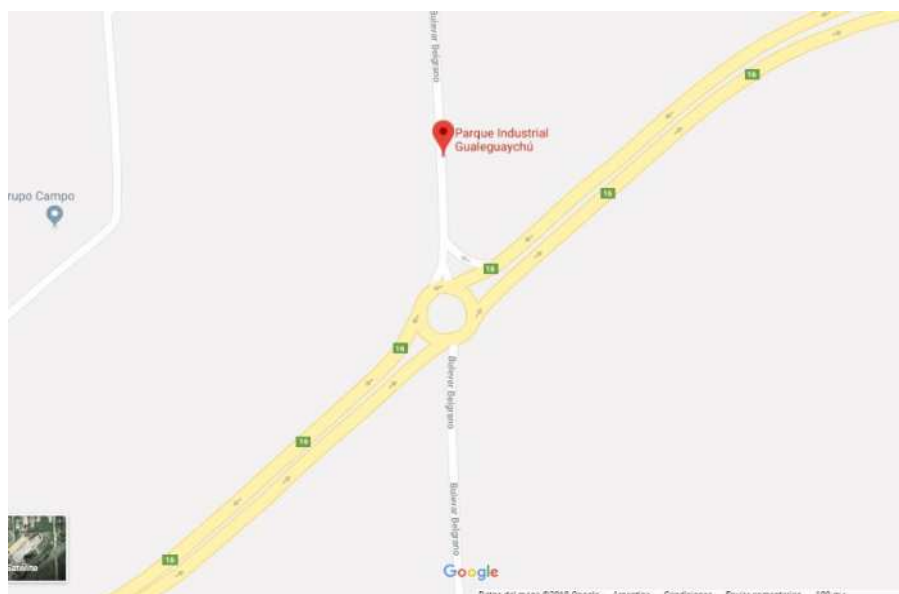


Fig. 8. Ubicación del Parque Industrial Gualeguaychú por GoogleMaps

Las características del parque industrial son:

- Superficie del parque industrial: 214 Ha. totalmente parceladas, con cerco perimetral de seguridad de 7.500 m.
- Valor Del Terreno: \$48.000/ha., incluye las mejoras realizadas.
- Energía Eléctrica: suministrada por la Cooperativa de Consumo de Electricidad y Afines de Gualeguaychú Ltda. Línea de 33 kVA y estación transformadora de 15 MW, instalada dentro de una parcela del P.I.G., con suministro de energía eléctrica en media tensión de 13,2 kV y red interna de distribución e iluminación interna y perimetral.
- Agua: instalación de captación de agua subterránea en 5 pozos profundos con bombas sumergibles, con equipos de bombeo de 120 m³/hora; tanque de almacenamiento de H₂O a 30 metros de altura con 350 m³ de capacidad y una red de distribución interna con una longitud de 9 Km. a través de caños de 60 a 350 mm.
- Tratamiento De Efluentes: red colectora de efluentes cloacales e industriales y planta de depuración compacta de dichos efluentes líquidos, por agitación aeróbica y con

capacidad de hasta 250 m³/hora, de funcionamiento automático. Los efluentes sólidos son de responsabilidad directa de cada una de las empresas.

– Gas Natural: estación reguladora de presión instalada en una parcela interna del parque industrial de Gualaguaychú, con capacidad de 7500 m³/h, reducción de presión de 70 Bar a 15 Bar y red de distribución interna.

El Parque Industrial de Gualaguaychú posee además las siguientes obras de infraestructura y servicios comunes:

- Red vial interna: 10 Km. de calles interiores, gran parte tiene pavimento de hormigón.
- Servicio telefónico: centro de comunicaciones de la empresa Telecom. S.A.
- Estación y cabina de pesaje: balanza 80 Tn., apta para camiones de hasta 20 m., con cabezal electrónico y sistema antifraude.
- Servicio de control y seguridad industrial. estación policial (Comisaría 7ma.) dentro del parque.
- Servicio contra incendios: instalación hidrante para auto bombas frente a cada parcela.
- Sala de primeros auxilios: dentro del parque con profesional médico y enfermero y una ambulancia las 24 horas.
- Transporte de pasajeros hasta el parque industrial.
- Forestación de calles interiores y cortina rompevientos sobre el lado Sur.

Beneficios Tributarios:

- Municipales: exención por 10 años de impuestos y tasas municipales con el 100%.
- Provinciales: ver Anexo Régimen de Promoción Industrial.

Parque Industrial de Villaguay

Se ubica sobre la Ruta Nacional N° 18, a 2 km. del acceso principal a Villaguay. El organismo responsable del mismo es la Dirección de Promoción y Desarrollo Industrial.



Fig. 9. Ubicación del Parque Industrial de Villaguay por GoogleMaps.

Las características principales del parque industrial son:

- Superficie del parque industrial: 71,7 hectáreas.
- Valor Del Terreno: se adjudica en forma gratuita a las 10 primeras industrias que se instalen en el Parque Industrial de Villaguay, un terreno, en función de las necesidades de cada empresa y de acuerdo a los Decretos 6115/89 y 6130/91 M.E.H., que establecen el marco reglamentario.
- Energía Eléctrica: transformador de 130 kVA de potencia con distribución de energía por cableado aéreo. Empresa Proveedora Cooperativa de Servicios Públicos Villaguay Limitada, Cuadro tarifario idéntico al de ENERSA.
- Agua: el sistema de provisión de agua consta de una electrobomba sumergible de 10 HP a una profundidad de 80 m.; una torre metálica de 10 m. de altura, con escalera y tanque de chapa de acero de 15.000 l. para reserva de agua, con baliza reglamentaria; una casilla para la instalación del tablero comando y clorinador y 1500 m. de cañería de P.V.C. para la distribución del agua.
- Acceso Y Calles: construcción de dos portones y obras de arquitectura de acceso, demarcación y enripiado de 450 m. de calles interiores.

El Parque Industrial de Villaguay dispone además, de las siguientes obras de infraestructura y de servicios comunes:

- Cerco Perimetral: 2100 m. tejido romboidal y postes de cemento en el perímetro de las 25 hectáreas.
- Gas natural: planta reductora de presión de 20/4 Kg/Cm² con una capacidad instalada de 2000 m³/h. Red de distribución interna desarrollada en una primer etapa.
- Laguna de tratamiento de efluentes: lagunas de oxidación aseguran el buen tratamiento de los efluentes preservando el medio ambiente.

Beneficios tributarios:

- Municipales: exención de impuestos y tasas municipales para todas las empresas industriales que se radiquen en el Parque Industrial de Villaguay, de acuerdo a la siguiente escala: 100% para los primeros 5 años a partir de su puesta en marcha, 80% por el 6º y 7º año y 60% por lo años restantes.
- Provinciales: ver Anexo Resumen del Régimen de Promoción Industrial.

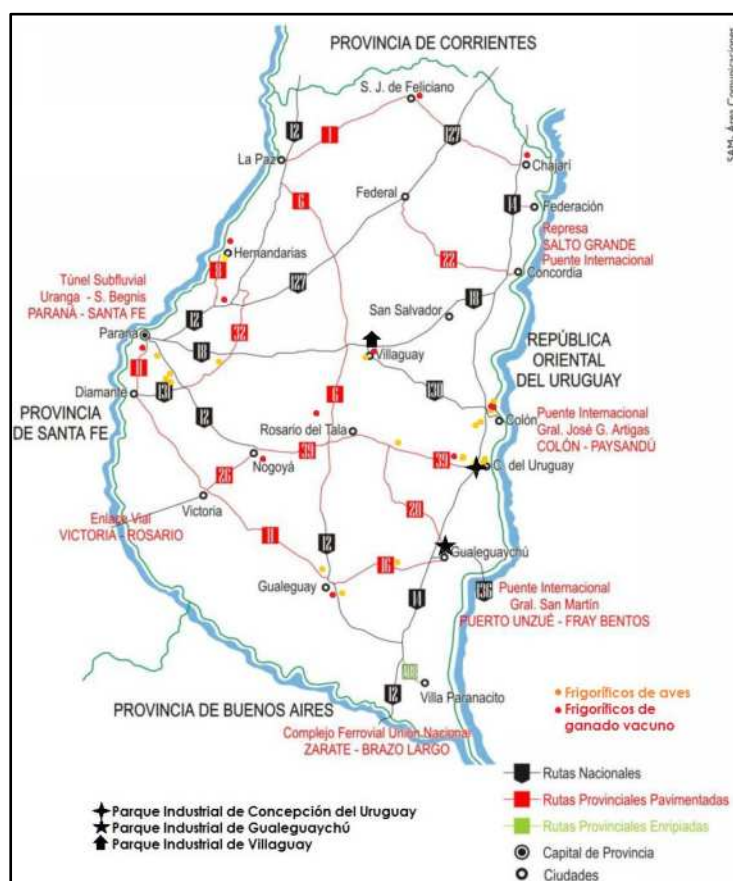


Fig. 10. Parques industriales seleccionados y sus cercanías

Con la información buscada en bibliografía de cada parque industrial se realiza el método de los factores ponderados presente en la siguiente tabla:

Factor	Peso	PI Concepción del Uruguay		PI Gualaguaychú		PI Villaguay	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
Cercanía a rutas y accesos	0,25	10	2,5	9	2,25	8	2
Comunicación con puertos y aeropuertos	0,2	10	2	6	1,2	5	1
Cercanía con principales producciones	0,25	9	2,25	8	2	8	2
Costo del terreno	0,04	8	0,32	5	0,2	6	0,24
Beneficios tributarios	0,05	8	0,4	7	0,35	6	0,3
Servicios Auxiliares (Electricidad, agua, luz)	0,1	8	0,8	9	0,9	7	0,7
Circulación	0,08	6	0,48	8	0,64	6	0,48
Tratamiento de efluentes	0,03	6	0,18	8	0,24	6	0,18
Total	1	65	8,93	60	7,78	52	6,9

Tabla 2. Método de los factores ponderados

Analizando los factores que tienen mayor influencia sobre la elección de localización, se concluye que el punto más estratégico es el Parque Industrial de Concepción del Uruguay. La ubicación del mismo se observa en las siguientes imágenes:



Fig. 11. Localización de Concepción del Uruguay

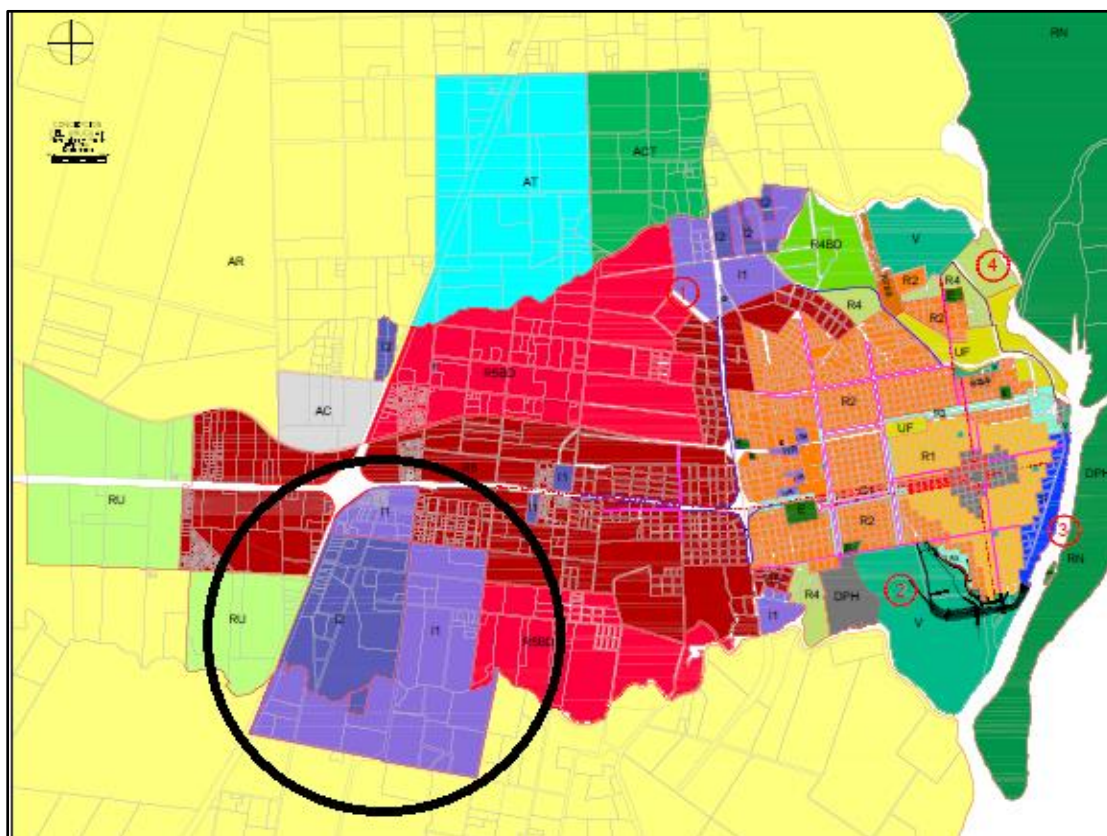


Fig. 12. Localización del Parque Industrial de Concepción del Uruguay

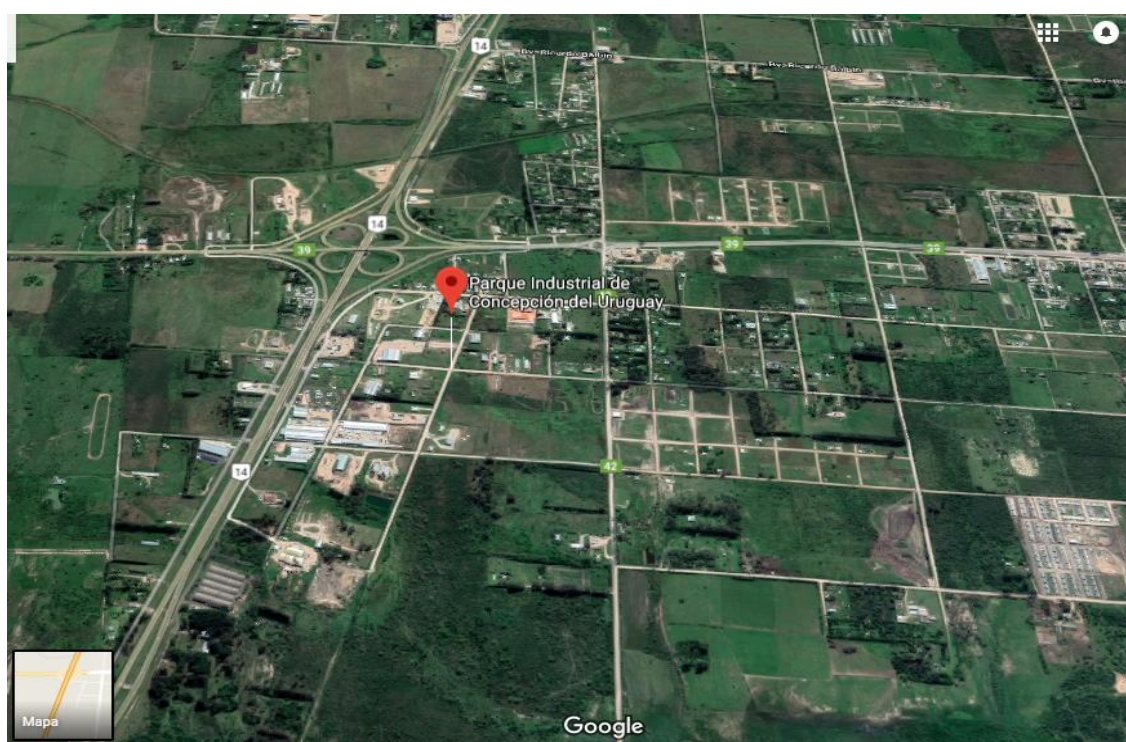
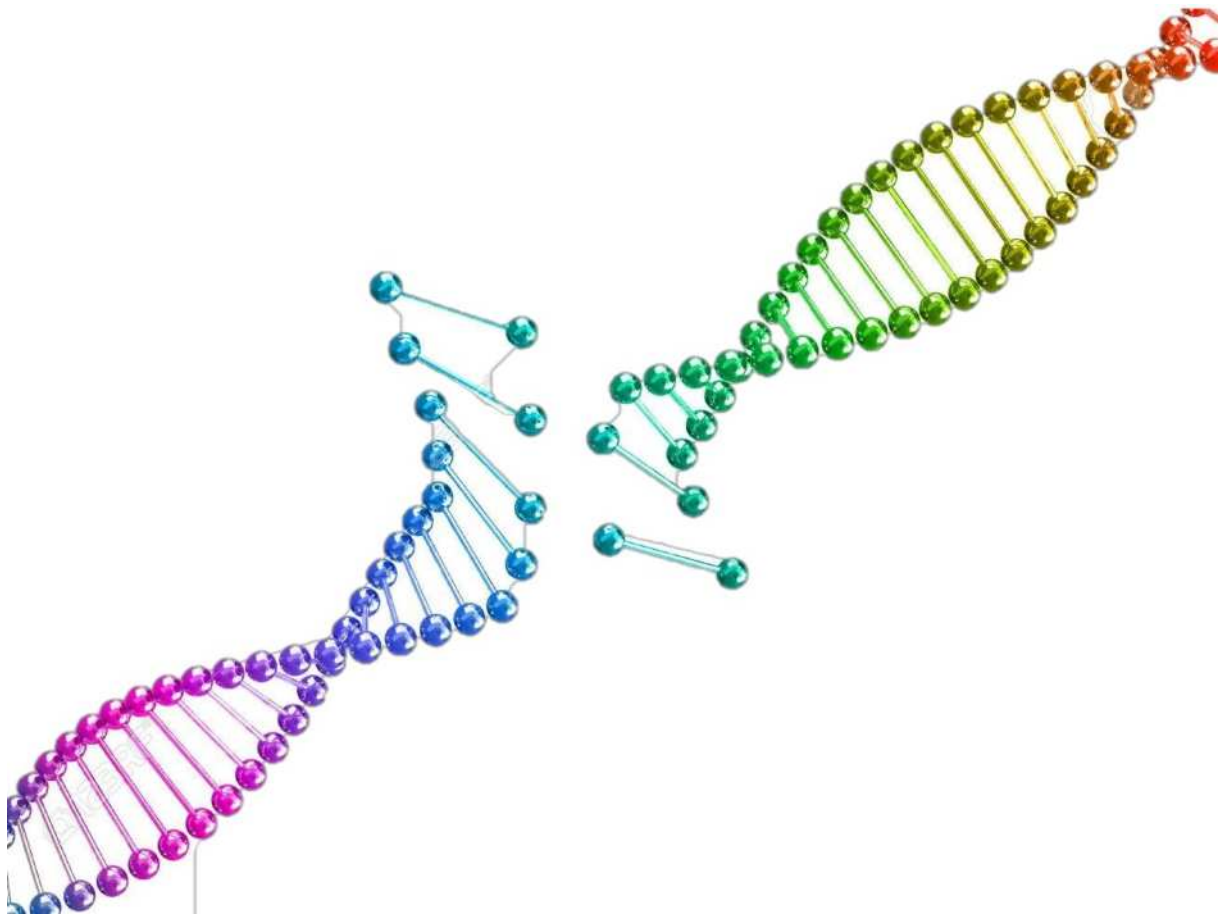


Fig. 13. Localización del Parque Industrial de Concepción del Uruguay por GoogleMaps



PARTE II: **INGENIERÍA DEL PROYECTO**



CAPÍTULO 4: **DESCRIPCIÓN DE PROCESO**

Descripción de proceso

La radiación gamma es la forma más usada para irradiar alimentos y es, normalmente, emitida por una desintegración espontánea de radionucleidos, que es un isótopo radioactivo. La radiación gamma tiene una alta frecuencia en protones ya sea ultravioleta o rayos X y pueden penetrar en alimento hasta una profundidad de 60-80cm. Así, la radiación es apropiada para realizar una “post-esterilización” de alimentos envasados y la preocupación por recontaminación de producto final es mínima.

En la siguiente tabla se pueden observar características importantes de las diferentes fuentes utilizadas para radiación ionizantes.

	Rayos Gamma	Haz de electrones	Rayos X
Tipo de energía	Electromagnética	Partículas cargadas	Electromagnética
Energía volt (MeV)	1.17 + 1.33	~10	~10
Eficiencia energética	Bajo (~30%)	Alto (~85%)	Bajo (~10%)
Capacidad de penetración	Profundidad (60-80cm)	Bajo (8-10cm)	Profundo
Fuente de control	Continua	On/off	On/off

Tabla 1. Características de las fuentes de radiación ionizante (*Fuente:* Kwon (2010) adoptada con permiso de Korea Food Safety Research Institute)

Los microorganismos en los alimentos son altamente susceptibles a la irradiación. Cuando la energía ionizante pasa alrededor de los alimentos, algunos de los átomos o moléculas del mismo absorben la energía y se vuelven iones reactivos, radicales libres o dañados (Woods y Pikaev, 1994). Los radicales libres tienen una alta reactividad y son capaces de destruir los componentes celulares (Olson, 1998). Este tipo de radiación es llamada radiación ionizante y es usada para destruir insectos, bacterias patógenas y parásitos en carne.

El objetivo más directo de la energía ionizante es la molécula de ADN. Una exposición de la célula bacteriana con un 0,1kGy de radiación resulta en 2,8% de ADN dañado, mientras que 0,14% de las enzimas y 0,005% de los grupos aminos son alterados con esta misma dosis (Diehl, 1995). La pérdida de la habilidad de replicación de las células es causada por un ADN dañado. Cada pequeño cambio en el ADN de la célula bacteriana puede resultar en la muerte de la bacteria misma. La radiación destruye

microorganismos por inactivación del material genético de la célula, ya sea por efecto directo sobre el ADN o por producción de radicales o iones que atacan directamente al ADN (WHO, 1994).

Teniendo en cuenta la teoría directa, algunas moléculas de las células o componentes de los alimentos son más sensibles a la radiación que otros. Como hemos dicho anteriormente, el ADN es el objetivo más importante de la irradiación, aunque otros componentes celulares pueden ser afectados también.

Las moléculas de ADN, especialmente la parte base son altamente susceptibles a la radiación ionizante resultando en una escisión del enlace fosfodiéster de la doble hélice.

El ADN dañado causa la pérdida de la habilidad de la célula para replicarse y eventualmente muere, pero algunas veces puede ser reparada por la ADN *polimerasa* y ADN *ligasa* (Kwon, 2010). Dependiendo de la capacidad de reparación, la susceptibilidad de cada microorganismo es también diferente.

La teoría indirecta dice que los productos radiolíticos (iones o radicales libres) de las moléculas de agua inducen a los cambios químicos en componentes esenciales o las estructuras necesarias para mantener la vida (Smith and Pillai, 2004). Especialmente, los radicales oxhidrilos (OH) causan un 90% del daño a la molécula de ADN. La radiación ionizante puede también afectar a la membrana celular, resultando en un impacto adicional sobre la resistencia y la susceptibilidad de las células para la irradiación (Kwon, 2010). La susceptibilidad que tenga una bacteria a la irradiación es influenciada por factores ambientales como la temperatura, la atmósfera, la actividad acuosa, el pH, los diferentes componentes del alimento y la etapa de crecimiento del microorganismo. Los efectos indirectos de la irradiación sobre el ADN incluyen la excitación de moléculas de agua, las cuales después difunden para el medio y toman contacto con el material cromosómico (Moseley, 1989).

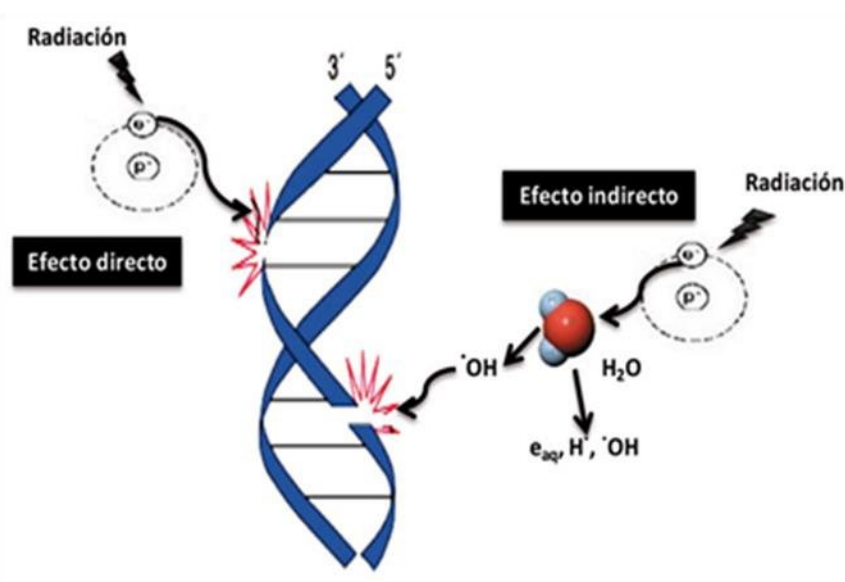


Fig. 1. Efecto de la irradiación sobre el ADN

Dependiendo de la dosis de irradiación, el alimento puede ser pasteurizado para reducir o eliminar patógenos o esterilizado, excepto para algunos virus (Crawford and Ruff, 1996). Con menos de 10kGy de irradiación se pueden eliminar insectos y larvas y destruir bacterias y parásitos. Con dosis bajas (hasta 1kGy) de irradiación se puede eliminar al menos el 99,99% de *Salmonella* en aves de corral y un porcentaje aún mayor de *Escherichia coli* 0157:H7 en la carne picada (Olson, 1998). Las bacterias formadoras de esporas pueden ser controladas por la combinación de altas dosis de irradiación y tratamiento térmico.

Con la utilización de bajas dosis (<10 kGy) de radiación se puede incrementar la vida media de los productos cárnicos en refrigeración y es llamado “radurización” o “radiopasterización” (Tabla).

La radicidación es la eliminación de bacterias esporógenas y bacterias causantes de ETA’s en carnes, y la radapertización es usada para eliminar los microorganismos excepto virus usando dosis de irradiación mayores a 10kGy (WHO, 1994).

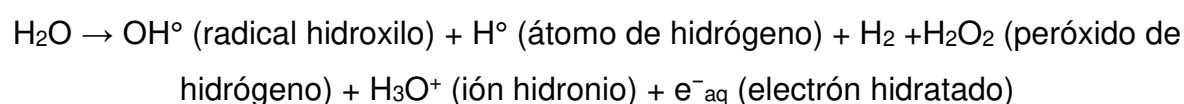
Dependiendo del grado de contaminación pueden ser necesarias dosis altas de irradiación entre 10-50 kGy (Loaharanu, Kava, and Choi, 2007).

Efecto de la irradiación	Dosis (kGy)	Propósito	Ejemplos
Radurización	1-5	Disminución de concentración de microorganismos. Incremento en la vida media de productos refrigerados.	Carne fresca, carne procesada, carne de ave.
Radicidación	2-10	Eliminación de bacterias patógenas no esporuladas	Carne, carne de ave.
Radapertización	1-50	Eliminación de todo tipo de bacterias incluyendo las esporuladas (<i>Bacillus</i> y <i>Clostridium</i>)	Enlatados, comida para astronauta, comida para pacientes enfermos.

Tabla 2. Efecto sobre los microorganismos de los alimentos utilizando diferentes dosis de irradiación.
(Fuente: Kwon (2010) adoptada con permiso de Korea Food Safety Research Institute)

La irradiación de carnes es un proceso que provee beneficios importantes para los consumidores como para las industrias. Esto mejora la seguridad de las carnes frescas por reducción o eliminación de patógenos contaminantes y así se extiende la vida útil de los productos (Thayer, 1994; Murano, 1995). Los consumidores y las agencias reguladoras tienen que volverse más conscientes de los peligros que pueden generar los microorganismos patógenos para la salud humana, lo que los ha llevado al planteo de considerar la irradiación como un tratamiento alternativo para carnes. La irradiación puede también proveer numerosas ventajas para la industria cárnica incluyendo incremento en la calidad higiénica, extensión de la vida útil y reducción de los residuos tóxicos y químicos (Lebepe et al., 1990; Radomyski et al., 1994; Murano et al., 1995).

Los productos radiolíticos en alimentos irradiados son diversos pero no son significativamente tóxicos en las cantidades encontradas (Thayer, 1994). Sin embargo, las interacciones de los productos radiolíticos y los componentes de la carne pueden deteriorar la calidad de la misma. El agua es el componente mayoritario de la carne y sus productos (60% - 75%). Cuando el agua pura es irradiada, se forman un número de productos radiolíticos (Swallow, 1984), entre los que se encuentra el radical hidroxilo, que es un *poderoso agente oxidante* mientras que el electrón hidratado es un *fuerte agente reductor* (Diehl, 1995).



Cuando los electrones primarios provenientes de la fuente de irradiación colisionan con un electrón del medio, la energía es transferida al mismo. Esto causa la eyección de un electrón secundario y genera un radical libre. Por lo tanto, a pesar de las ventajas en cuanto a la seguridad de la carne, la irradiación puede acelerar los cambios químicos oxidativos en la carne.

Equipamiento para una planta de irradiación gamma

Para la descripción del equipamiento necesario en una planta de irradiación, primero se deben conocer las etapas que el proceso conlleva. Éste en sí es un proceso sencillo ya que básicamente se trata de una operación y su única variable de control es el *tiempo*.

El diagrama de flujo del proceso es el siguiente:



Fig. 2. Diagrama de flujo del proceso

Los diferentes cortes cárnicos a irradiar se recibirán refrigerados y en cajas de cartón en cuyo interior estarán envasados al vacío en bolsas de polietileno termocontraíbles o bolsas de polietileno habilitados para irradiación.

Una vez que el camión arriba a la planta, las cajas con el producto harán el ingreso a la sala de irradiación por medio de cintas transportadoras de rodillos. En caso de no cumplirse con el programa de producción del día se tiene la posibilidad de dejar el producto en el almacenamiento refrigerado hasta que sea realizado el tratamiento. Una vez cumplido el tiempo de exposición el producto irradiado es trasladado al camión para su despacho por medio de la cinta transportadora o depositado en el sector de productos irradiados a la espera de su carga.

Es importante destacar que la planta estará refrigerada (manteniendo los 4°C en el ambiente) excepto en el laberinto.

Toda planta industrial de irradiación con fuentes depositadas bajo agua cuenta con los siguientes elementos:

- ❖ Blindaje masivo en la sala de irradiación
- ❖ Laberinto de ingreso y egreso
- ❖ Pileta de guarda de fuentes
- ❖ Sistema de elevación de fuentes
- ❖ Sistema de transporte del producto
- ❖ Sistema de refrigeración de agua de pileta (según la potencia instalada)
- ❖ Sistemas de seguridad, instrumentación y control
- ❖ Sistema de ventilación
- ❖ Sistema de tratamiento de agua de pileta
- ❖ Sistema de agua de emergencia
- ❖ Zonificación de áreas.

Cada uno de estos sistemas deberá ser diseñado, construido y aprobado priorizando la seguridad radiológica y física tanto del personal de planta como del público y el cuidado del medioambiente. En este sentido, la selección de materiales y componentes sometidos a campos intensos de radiación resulta de vital importancia para garantizar el mejor desempeño de cualquier instalación.

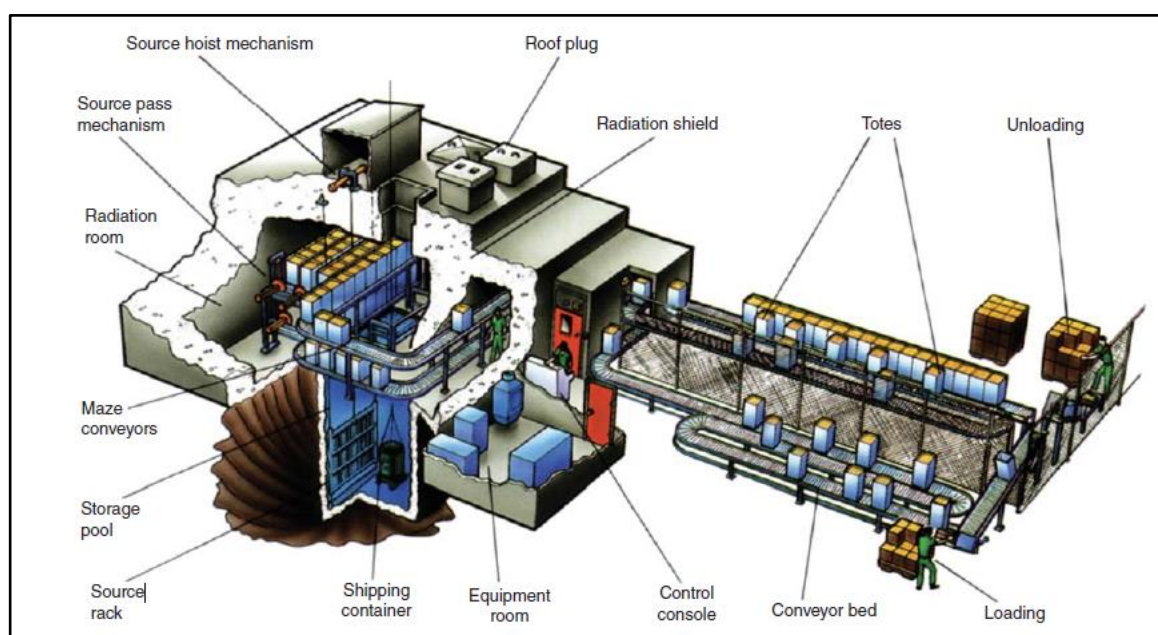


Fig. 3. Diagrama esquemático de una instalación de irradiación gamma con almacenamiento húmedo.

A continuación se describirán los componentes básicos de una planta de irradiación de alimentos.

Fuente o irradiador

Las fuentes aprobadas para irradiar alimentos son el Cobalto-60 o Cesio-137 (Aprobadas por la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos y los Estándares Internacionales para Irradiación de Alimentos).

El 90% de las plantas de irradiación de alimentos en el mundo utilizan radiaciones gamma provenientes del Cobalto-60. Éste se impone por sobre el Cesio-137 debido a que es insoluble en agua y presenta menor riesgo de contaminación, su producto estable final es el Níquel-28 (no radioactivo) que no presenta especiales problemas de desecho. Por el contrario, el Cesio-137 deviene en Bario-56 (no radioactivo) que para su desecho debe ser diluido en CsCl (soluble en agua), potencialmente contaminante, y por tanto debe protegerse en cápsulas triplemente blindados. A favor del Cs-137 está su vida media, que es de 30 años, frente a los 5,27 años del Co-60.

En Argentina, el Co-59 obtenido de las minas de hierro es transportado a la central de Embalse una vez al año, donde se bombardea. El factor de inestabilidad agregado emite radiación β y γ obteniéndose así una fuente de emisión. La unidad de energía de emisión de radiación es el Curie (Ci), que es la medida de radiación producida por una fuente radioactiva. En nuestro país se producen alrededor de 3.000.000 de Ci al año, mayoritariamente para exportación.

Las fuentes industriales de Co-60 son “lápices” de 450 mm de largo por 11 mm de diámetro formadas por dos tubos cilíndricos concéntricos de acero inoxidable sellados en sus extremos con tapones soldados. Este emite, simultáneamente, dos tipos de radiación gamma con energías de 1,17 y 1,33 MeV, teniendo un decaimiento de la actividad de un 12,35% por año.

Dado que el material radiactivo se encuentra dentro del cilindro interno, se garantiza una doble barrera de protección frente a posibles pinchaduras o fugas del cobalto metálico radiactivo.

La absorción de un neutrón, el cual fue lanzado por la fisión de U-235, cambia de Co-59 a Co-60. El Co-60 se descompone en un isótopo estable de níquel no radioactivo, principalmente emitiendo una partícula beta negativa de máxima energía (0,313 MeV).

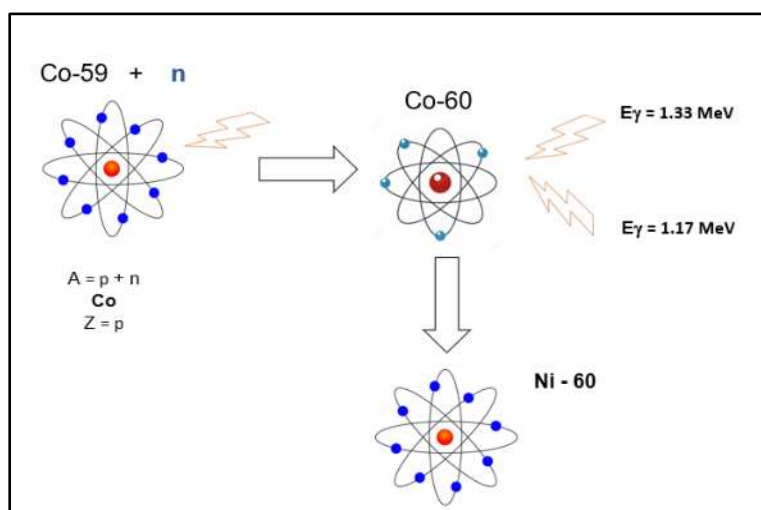


Fig. 4. Esquema de desintegración del radionucleótido de Cobalto-60.

La producción de cobalto radioactivo se inicia con el cobalto natural (metal), el cual es un elemento con 100% de abundancia del isótopo estable Co-59. Los pequeños cilindros o pellets hechos de un 99,99% de polvo sintetizado de cobalto puro y

soldados en cápsulas de Zircaloy, son colocados en un reactor nuclear, donde ellos permanecen por un período de tiempo limitado (18-24 meses) dependiendo de la localización del flujo de electrones (IAEA, 2005).

Los lápices se disponen en forma paralela dentro de un marco metálico de acero inoxidable en grupos de 30 lápices aproximadamente, formando lo que se conoce como portafuentes individuales. Cada portafuentes está formado por una estructura rígida de 500 mm por 500 mm. Estos portafuentes individuales se agrupan de acuerdo al tamaño del irradiador, en un *rack* o estructura metálica para formar el irradiador completo. Su tamaño final debe contemplar no sólo la carga existente, sino espacio suficiente para el agregado de nuevas fuentes a lo largo de la vida útil de la instalación, estimada normalmente en 30 años. Las nuevas fuentes se adicionan a razón de un 12,5 % por año a fin de mantener constante el inventario de material radiactivo, conforme a la demanda de la planta y a su decaimiento. Las fuentes viejas, usualmente, se mantienen en la instalación hasta cuatro vidas medias o por veinte años antes de ser reemplazada (Cleland, 2006). Generalmente, se devuelven al proveedor para su reutilización, reciclaje o eliminación. En aproximadamente cincuenta años, el 99% del Co-60 se descompondrá en níquel no-radioactivo (IAEA, 2005).

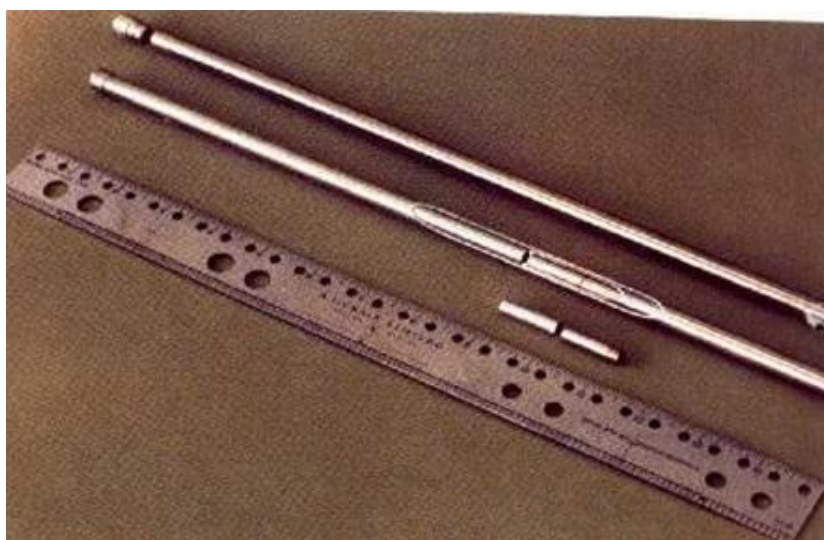


Fig. 5. Cilindros pequeños de Cobalto-60, los cuales son comprados como bloque de construcción de la fuente de radiación.

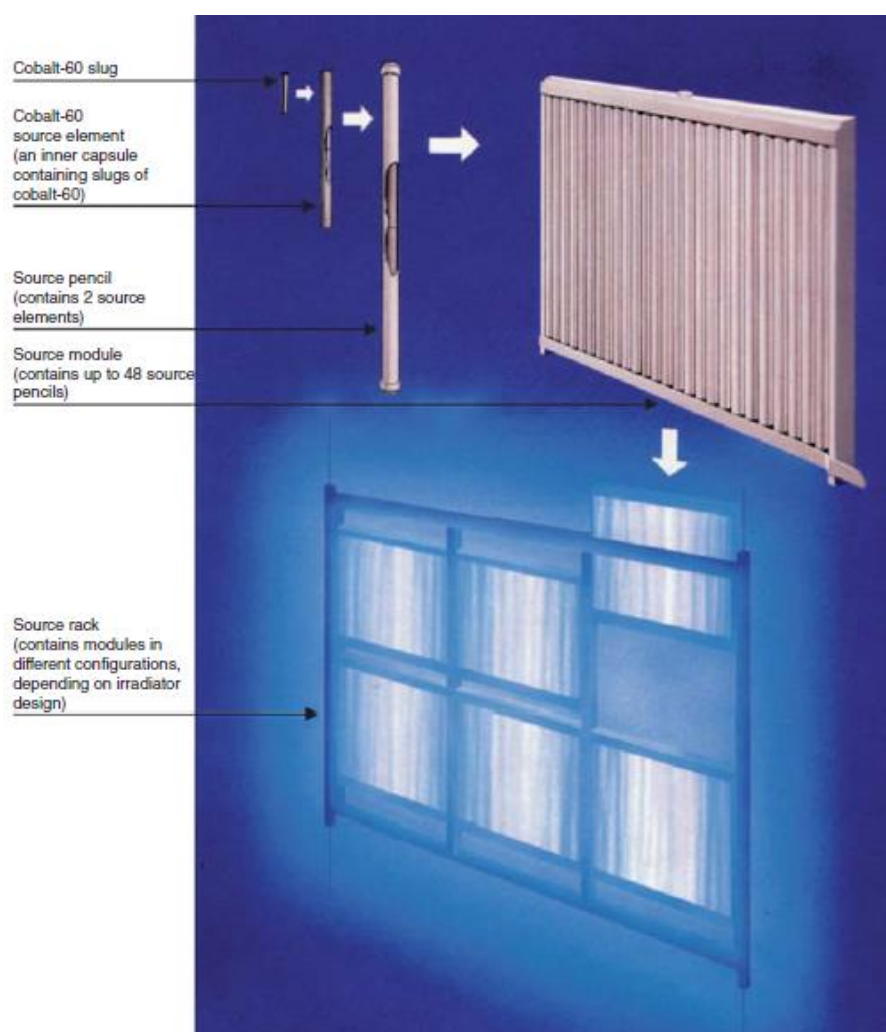


Fig. 6. Acumulación de estantes de una fuente de cobalto típica desde los cilindros metálicos, lápices y módulos.

El diseño del irradiador es uno de los factores que incide en la dosis que recibe el producto. Generalmente se utilizan geometrías planas, de tal forma que el campo de radiación emitido resulta paralelo al irradiador y panorámico, es decir emite radiaciones en todas las direcciones, de tal forma que el campo de radiación alcance en forma homogénea a todo el producto a tratar. También existen otras configuraciones aptas para diferentes propósitos.

Durante el proceso, la irradiación gamma interactúa con el producto a través de varios tipos de interacciones atómicas, como la dispersión Compton¹ y Efecto Fotoeléctrico². A través de éstas y posteriores interacciones, la fuente de radiación (Cobalto-60) imparte energía al producto. La dosis absorbida depende de la composición del material irradiado, de su densidad, de la energía de la radiación incidente y de la

distancia entre la fuente y el producto. Es para tener en cuenta que el proceso de transferencia de energía decrece su intensidad a medida que aumenta el espesor del material aparejando también un decrecimiento de la dosis con la profundidad de penetración; esto se conoce como distribución de la dosis de profundidad (Figura). La velocidad de reducción de la misma depende tanto de la composición y la densidad del producto como de la energía de la radiación gamma.

La homogeneidad en la distribución de la dosis, es decir la relación entre $D_{\max} / D_{\min}$, puede mejorarse mediante diversos caminos. Un solapamiento de la fuente sobre el producto, o sea que la altura de la fuente exceda la altura del producto, mejora la homogeneidad entre el punto más alto y más bajo del volumen del producto, sin embargo esta configuración representa un menor aprovechamiento de la energía emitida por el irradiador. En cambio, el solapamiento del producto sobre la fuente significa un aumento en el rendimiento del irradiador pero una menor homogeneidad, hecho que se soluciona haciendo circular el producto en dos niveles.

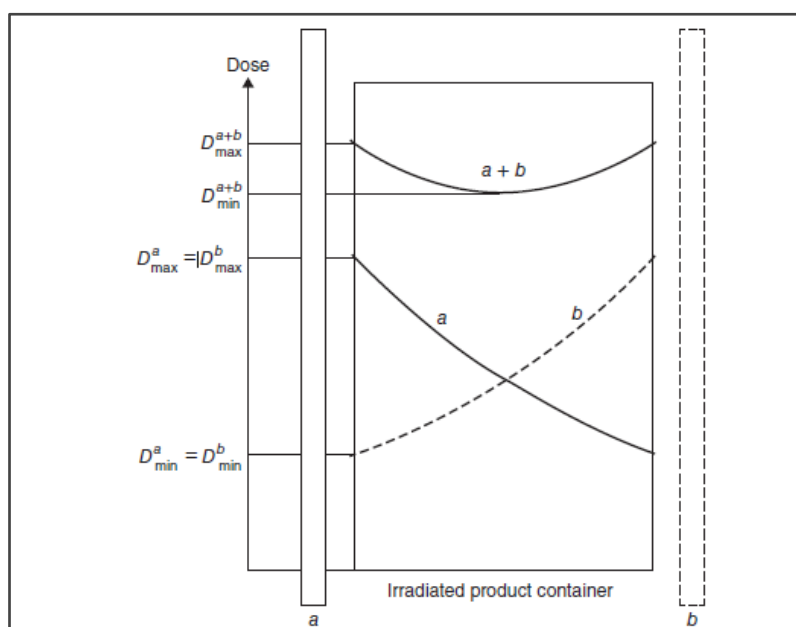


Fig 7. Distribución dosis-profundidad en un producto irradiado desde dos lados con una fuente de Co-60. La curva a representa la distribución dosis-profundidad cuando el producto es irradiado desde solo un lado (la fuente está en la posición a). Algo similar sucede cuando la fuente está en la posición b, la distribución de la dosis está representada por la curva b. La dosis total debido a la irradiación desde las dos caras de la fuente se muestra, luego, como la curva a+b. Nótese que esta dosis total es mucho más uniforme que la irradiado por un solo lado (curva a y b).

La fuente de radiación se encuentra en el cuarto de irradiación (durante la irradiación del producto) o en la sala de almacenamiento blindada (generalmente localizada debajo del cuarto de irradiación), la cual puede ser seca o húmeda. Hay suficiente protección provista por la pared sólida (almacenamiento en seco) o por el agua (almacenamiento húmedo) para que el personal pueda trabajar en la sala de irradiación durante el mantenimiento cuando la fuente se encuentra en el cuarto de almacenamiento.

Sala de irradiación

Alrededor del cuarto de irradiación está la protección o escudo de radiación, el cual también se conoce como “escudo biológico” y consiste generalmente en un muro de hormigón de aproximadamente dos metros de espesor para atenuar la radiación que proviene de la fuente. Por su parte, el muro de hormigón es construido como un laberinto para permitir el movimiento del producto y reducir significativamente la radiación dispersa que llega a la consola de control, desde donde el operador puede controlar o monitorear los movimientos tanto de la fuente como el producto. Para la irradiación continua, los contenedores de producto son desplazados alrededor de la fuente de irradiación en una cinta transportadora que circula por el laberinto. Las instalaciones de irradiación proveen áreas diferenciadas para el almacenamiento del producto no procesado como del procesado. El diseño de la planta tiene que ser tal que evite la mezcla de estos productos, es un requerimiento que se encuentra legislado.

Piscina de almacenamiento

Las fuentes radiactivas de cobalto-60 se encuentran sumergidas en la piscina de almacenamiento de 6m de profundidad mientras no se está llevando a cabo ningún tratamiento de irradiación, ya que el agua actúa de blindaje biológico contra la energía radiactiva, protegiendo a los operadores que deben entrar en la sala.

El agua que se utiliza debe ser desionizada y la conductividad de la misma debe ser del orden de los microsiemens ($<10 \mu\text{S}/\text{cm}$) para evitar la propagación de radicales libres en la piscina y se deben realizar controles microbiológicos periódicamente para asegurar su calidad. También tiene varias características deseables como material de

protección, ya que es un líquido de fácil disponibilidad, se puede usar para la transferencia de calor y es incoloro.

Para instalaciones con almacenamiento húmedo el material utilizado para la construcción de la fuente, el sistema de guía y los contenedores son de acero inoxidable galvánico para evitar la corrosión.

Para su uso durante el proceso, las fuentes cuentan con un sistema de elevación que las retira de la piscina de almacenamiento y las coloca en posición de irradiación.

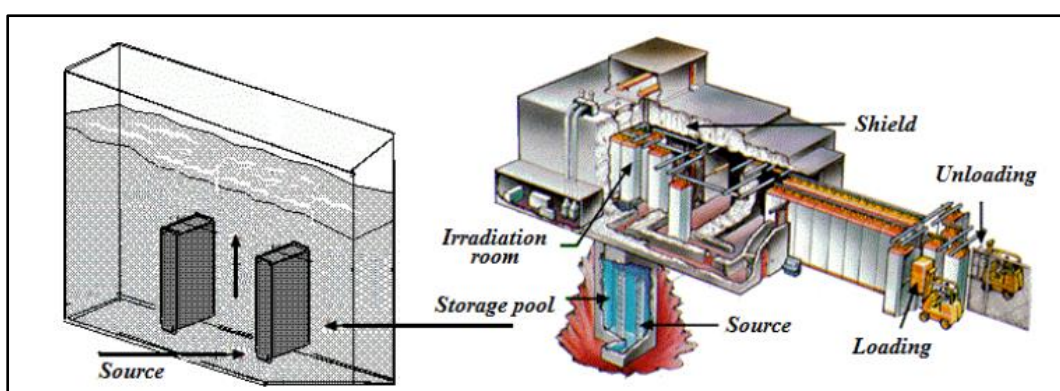


Fig.
8.

Diagrama esquemático de un irradiador gamma comercial. Las fuentes selladas son almacenadas en agua y elevado para irradiar un producto que quizás es movido dentro de la sala de irradiación con un sistema de transporte.

Sistemas de transporte del producto

Existen diversas formas de mover el producto en torno al irradiador dependiendo del sistema de transporte seleccionado.

La experiencia ha demostrado que en la medida que sea posible desplazar el producto en diversas pasadas (2, 4 o 6 en ambas direcciones y en, por lo menos, dos niveles) se consiguen mejor homogeneidad y menor relación de dosis, optimizando de esta forma la eficiencia del irradiador.

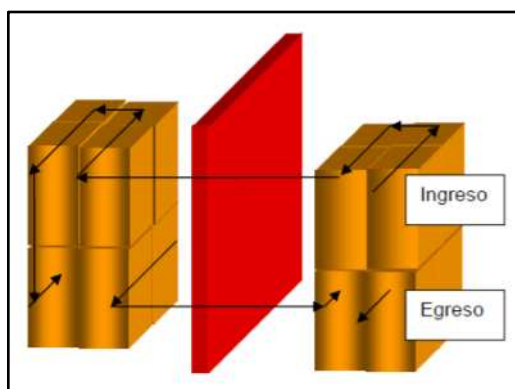


Fig. 9. Disposición para el transporte alrededor de la fuente

La ingeniería del sistema de transporte debe contemplar la reducción del espacio entre cajas en ambos sentidos, vertical y horizontal, tratando de interponer la menor cantidad de materiales estructurales tanto en el diseño del rack portafuentes como en el sistema de soporte y movimiento de cajas.

Existen dos formas básicas de ubicar el producto frente al portafuentes.

Producto sobre fuente

En este caso el alto de las cajas que contienen el producto a irradiar resulta más grande que el alto del irradiador.

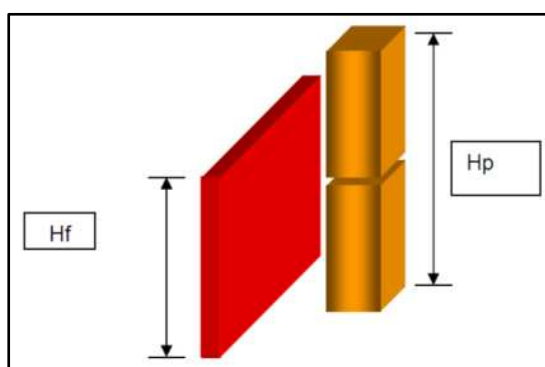


Fig. 10. Superposición producto sobre fuente

Si bien el campo de radiación en los extremos del irradiador cae rápidamente, generando zonas de menores dosis que en su parte central, este efecto puede compensarse diseñando un sistema de movimiento que permita intercambiar ambas cajas, esto se logra, en la práctica, mediante un sistema de ascensores que toman la

caja inferior y la ubica en la parte superior o bien manualmente en el exterior de las sala de irradiación.

Este arreglo geométrico tiene la ventaja de aprovechar en forma más eficiente la energía proveniente de las fuentes dado que el irradiador se encuentra rodeado por mayor cantidad de producto.

Como límite dimensional se busca $H_p = 2.H_f$. En la práctica esta relación geométrica da una aceptable y homogénea distribución de dosis sobre el producto.

Fuente sobre producto

En este caso la fuente excede el tamaño del producto con lo cual no es necesario el intercambio de cajas para lograr una mejor distribución de dosis, pudiéndose alcanzar la dosis solicitada con una sola pasada por ambos lados del irradiador. Normalmente esta geometría se acompaña con dos o cuatro filas de carros portadores de producto a cada lado del rack.

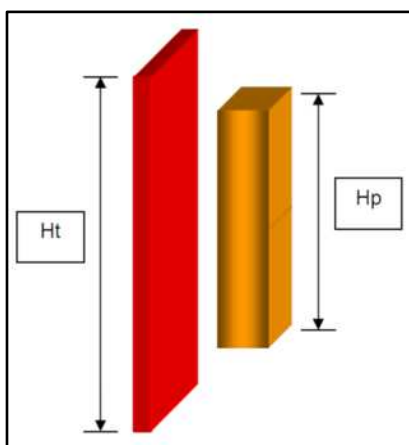


Fig. 11. Superposición fuente sobre producto

Si bien existen plantas basadas en este arreglo, desde el punto de vista de la eficiencia en el aprovechamiento de energía resultan de menor rendimiento por despreciar una parte de las radiaciones provenientes de los extremos del portafuentes.

Modelos para Transporte

El transporte de los productos sometidos a irradiación se lleva a cabo a través de un sistema que desplaza de manera automática o semiautomática los alimentos dentro y fuera de la cámara de irradiación.

El diseño del sistema de transporte y recorrido dentro de la sala debe realizarse con el fin de obtener un equilibrio entre una correcta manipulación y distribución del producto, una dosis lo más uniforme posible dentro del mismo y una capacidad de producción adecuada. Éstos pueden ser continuos o por lotes, dependiendo de la circulación del producto. Existen cinco modelos típicos de transporte y recorrido en las plantas de irradiación:

- ✓ Modelo de caja acarreada
- ✓ Modelo de transportador
- ✓ Modelo de palé transportador
- ✓ Modelo de palé en cinta transportadora
- ✓ Modelo de fuente horizontal

A continuación se describe cada uno de estos modelos.

- ✓ Modelo de caja acarreada: en este modelo el producto es colocado dentro de unas cajas metálicas o de fibra de vidrio denominadas *acarreadores*. Un acarreador típicamente tiene un volumen de aproximadamente $0,75\text{m}^3$ y puede acomodar una multitud de cajas del producto. Los tamaños corrientes varían para acomodar las necesidades específicas. En la versión por lotes, los acarreadores se transportan dentro de la cámara de irradiación en carretillas y se colocan manualmente sobre el mecanismo irradiador. En el modo continuo, los acarreadores se transportan dentro y fuera de la cámara de irradiación en cintas transportadoras automáticas. En ambos casos, el mecanismo irradiador lista los acarreadores alrededor de la fuente de irradiación de una forma que asegura la utilización máxima de la fuente y la mejor uniformidad de la dosis. Los irradiadores de caja acarreada se diseñan con una configuración de fuente solapada por el producto, lo que ofrece una eficiencia superior de la utilización del cobalto. Esto requiere que los acarreadores del producto pasen a través de la fuente de irradiación al menos cuatro veces: una vez en el nivel superior y una vez en el nivel inferior en ambos lados de la fuente. En la Imagen se observa la versión automática del modelo de cajas acarreadas con un doble sistema de paso, donde los acarreadores del producto pasan ocho veces alrededor del irradiador.

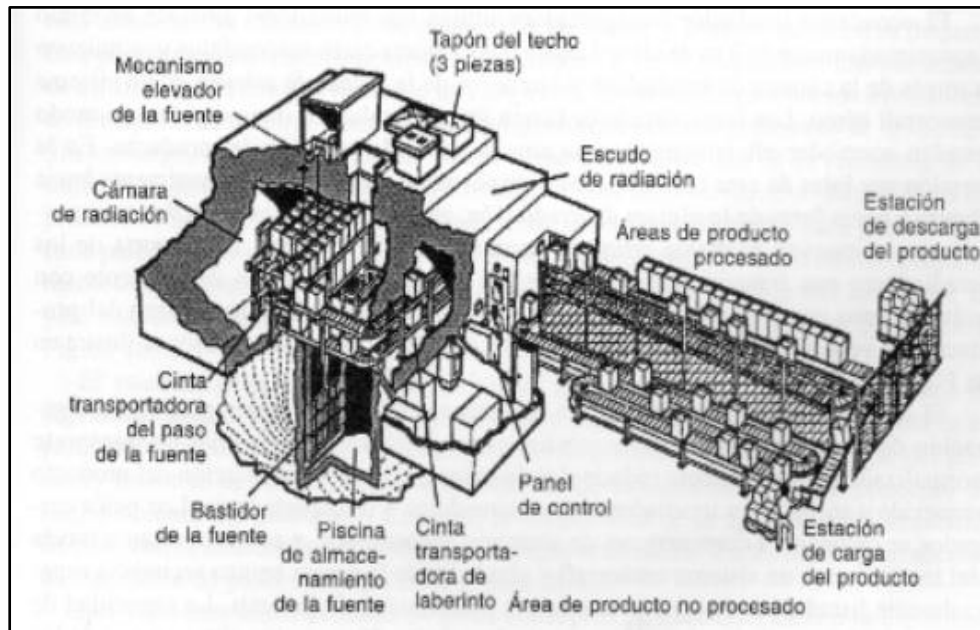


Fig. 12. Irradiador automático de caja acarreada.

- ✓ Modelo de transportador: este modelo utiliza transportadores altos de aluminio de aproximadamente 3 m. de altura. Los transportadores están suspendidos y se mueven a través de la cámara de irradiación y alrededor de la fuente de cobalto en un sistema de rieles aéreos. Los transportadores tienen un gran volumen interno y de este modo pueden acomodar eficientemente una amplia gama de productos de diferentes tamaños. En la versión por lotes de este modelo, los transportadores se mueven manualmente hacia dentro y hacia fuera de la cámara de irradiación, mientras que en la automática son movidos a través de cilindros neumáticos o hidráulicos. La mayoría de los irradiadores con transportadores se diseñan con la configuración de la fuente solapada sobre el producto, para permitir una producción máxima y un mínimo mantenimiento de éste. En la imagen se observa la versión automática de este modelo.

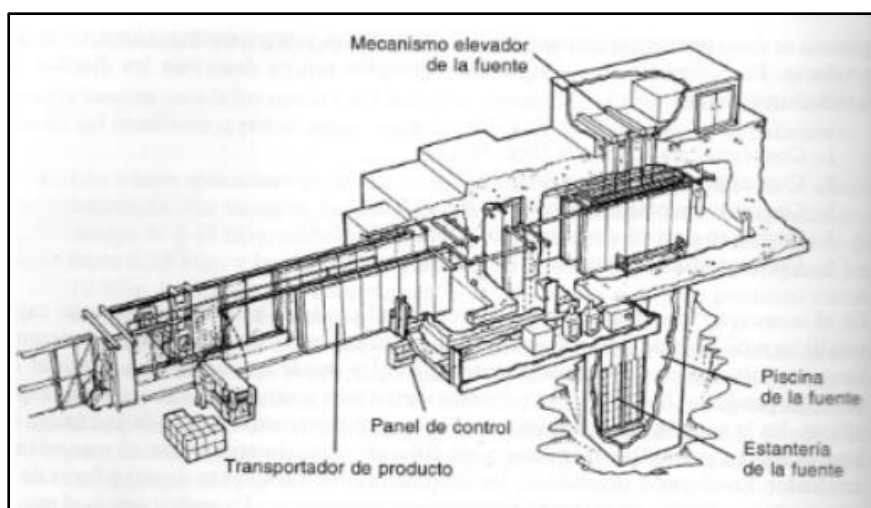


Fig. 13. Irradiador automático de transportador.

- ✓ Modelo de palé transportador: este modelo es similar al anterior, pero su configuración de transporte hace posible irradiar el producto apilado en palés de transporte normalizados. Este concepto reduce el trabajo intensivo de manipulación del producto requerido a menudo en irradiadores de acarreadores y transportadores. Los palés cargados se colocan en contenedores de aluminio suspendidos, y se transportan alrededor del irradiador por un sistema de rieles en una secuencia predefinida, para asegurar la uniformidad de la dosis. La capacidad de procesamiento del irradiador de palé por Curie de Cobalto-60 no es tan alta como la de los diseños anteriores, sin embargo tiene la ventaja de ser la de menos trabajo intensivo, y es capaz de producciones mucho más altas. Varias alternativas de geometrías de fuente y transportador están disponibles, variando las eficiencias de un caso a otro. Como regla general, los irradiadores de palés se diseñan con solapamiento de la fuente sobre el producto, aunque existen de la otra manera también. En este caso deben añadirse estaciones de intercambio para permitir que cada palé haga su recorrido a través de la cámara tanto en los compartimientos superiores como inferiores del transportador. Un ejemplo de este modelo se puede observar en la imagen.

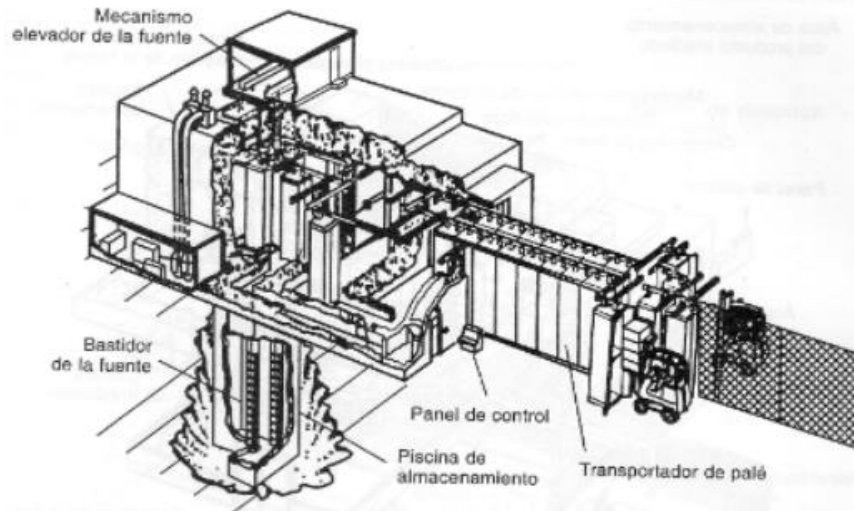


Fig. 14. Irradiador automático de palé.

- ✓ Modelo de palé en cinta transportadora: este modelo es una adaptación del irradiador básico de caja acarreada. El transportador está diseñado para la manipulación del producto en palés de transporte normalizados, mejorando la eficiencia de manipulación del producto mientras se ofrece una alta utilización del cobalto inherente al concepto de solapamiento del producto sobre la fuente. Combina la simplicidad de la operación del irradiador de palé con la eficiencia del irradiador de cajas acarreadas. Un ejemplo de este modelo se puede ver en la imagen. Las versiones automatizadas de este modelo tienen la capacidad de producción más alta, aunque tienen costos de capital mayores. Las versiones por lotes requieren que los irradiadores se paren para la carga y descarga del producto.

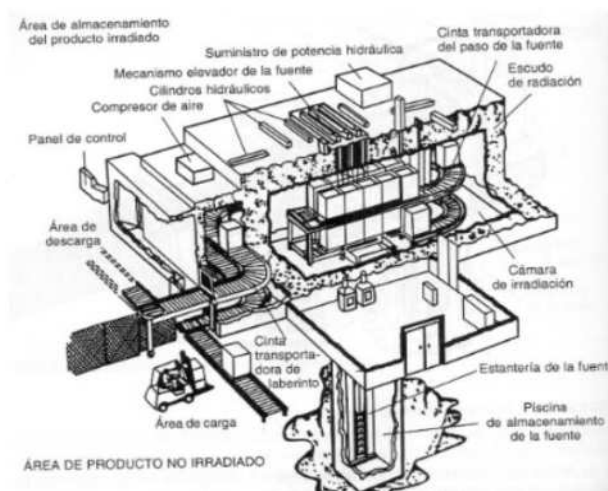


Fig. 15. Irradiador de cinta transportadora de palé.

- ✓ **Modelo de fuente horizontal:** este modelo está diseñado para un procesamiento más eficiente de productos cárnicos y avícolas. Asegura la mejor uniformidad de dosis para configuraciones típicas del producto. El bastidor de fuente horizontal permite a los productos que sean irradiados en su orientación normal, eliminando la necesidad de inversión y dar vuelta a las cajas, evitando de este modo que los productos frescos se colapsen o sean dañados. Este mecanismo de transporte permite un paso helicoidal continuo a través de cuatro niveles en los dos lados, para un total de ocho pasos. En la imagen se ilustra un modelo típico de fuente horizontal.

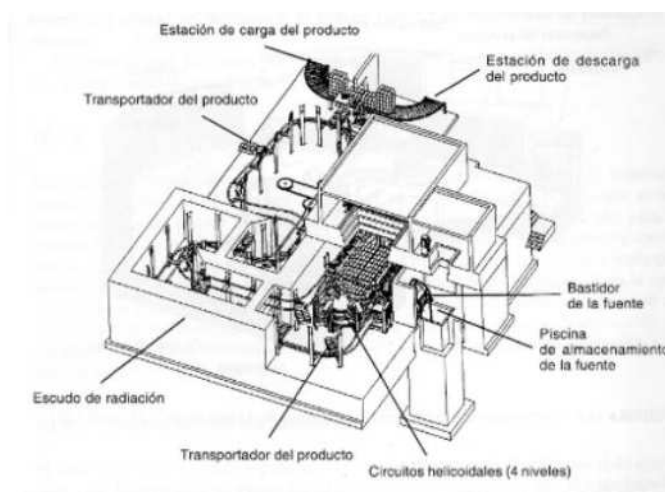


Fig. 16. Irradiador de fuente horizontal.

Consola de control

La consola de control de una planta de irradiación industrial se ubica fuera de la cámara de irradiación. En ella se encuentran los mandos electrónicos para la elevación de la fuente de irradiación, el ajuste de la velocidad del transportador, la apertura de compuertas y los dispositivos de interbloqueo y alarma. Debe ser operado por personal capacitado y habilitado por la autoridad nacional competente, que en la Argentina es el Centro Nacional de Energía Atómica.

La consola de mando puede instalarse estratégicamente frente a la estación de carga y descarga del sistema de transporte, de modo que el operador pueda supervisar los depósitos de productos a tratar y de los ya tratados, situados a ambos lados de la sala, controlar los sistemas de seguridad radiológica, la mímica del movimiento de los

portacontenedores, extractor de aire, nivel de agua de pileta, monitores de área, sistemas de enclavamientos y alarmas, etc.

Además, todas las instalaciones deben contar con laboratorios que tengan el equipamiento para realizar las mediciones de las dosis.



Fig. 17. Consola de Mando - Oficina de Operaciones de la empresa Ionics S.A.

Depósitos

Las instalaciones de irradiación están diseñada de forma que no puedan confundirse el producto a tratar con el ya tratado. Los depósitos, que en nuestro caso son las cámaras de refrigeración, deben cumplir los requisitos de higiene que correspondan a las normas habituales para el manipuleo y almacenamiento de alimentos, conforme con las reglamentaciones en vigencia para cada tipo de producto.

Los sectores de las cámaras de material sin tratar y el del material irradiado, deben estar claramente identificados.

Control y dosimetría

Como con cualquier otra tecnología de procesado, el tratamiento con radiación se debe controlar y validar, por lo tanto, se debe registrar de un modo cuantificable el nivel de tratamiento. El parámetro básico de importancia es la dosis absorbida. Es necesario su conocimiento para saber si el alimento ha recibido el tratamiento suficiente sin sobrepasar tanto el límite legal como la dosis umbral para el daño sensorial. La dosis absorbida por los alimentos depende de la magnitud del campo de radiación, de las características de absorción del alimento y del tiempo de exposición.

Es para tener en cuenta la homogeneidad en la distribución de la dosis, es decir la relación entre la dosis absorbida máxima y mínima por diferentes partes del producto ($D_{\text{máx}} / D_{\text{mín}}$). El procesado por radiación da como resultado un intervalo de dosis absorbida por el alimento, del mismo modo que el calentamiento produce un intervalo de temperaturas. La dosis normalmente se expresa en términos de dosis promedio absorbida por el alimento durante el tratamiento. La distribución de la dosis depende en parte de la radiación utilizada, pero se halla afectada por la geometría de las unidades individuales del alimento y de la forma en que se ha envasado y cargado el alimento dentro de los envases para su procesado. La relación de uniformidad de $D_{\text{máx}} / D_{\text{mín}} = 1$ no se consigue en ningún tipo de planta, pero para las aplicaciones prácticas un valor de alrededor de 1,5-2 es un criterio aproximado.

La validación de la dosis y la seguridad de la calidad (así como el comportamiento óptimo de la planta) se puede llevar a cabo utilizando dosímetros. La dosimetría de rutina se lleva a cabo mediante el acoplamiento de dosímetros a los paquetes y leyendo luego al final del tratamiento. Los dosímetros usualmente son en forma de tiras de plástico cuyas características de absorción cambian en forma lineal en relación a una dosis de irradiación determinada. Los cambios inducidos por la radiación se miden con un espectrofotómetro a la longitud de onda apropiada. Es esencial que los dosímetros de rutina se relacionen en última instancia con un estándar primario de un laboratorio nacional especializado en normalización. El estándar primario es la energía real absorbida por el agua determinado por calorimetría.

Los sistemas químicos de dosimetría tales como el sistema Fricke se pueden utilizar como sistemas de referencia para asegurar la fiabilidad de los sistemas de rutina. Este sistema está basado en la conversión de los iones ferrosos a férrico en soluciones ácidas, con un espectrofotómetro, que es altamente preciso pero un poco complejo para su utilización en mediciones rutinarias.

Los dosímetros son también utilizados para controlar la radiación recibida por el personal y asegurar que esta no supere los límites nocivos para el ser humano. A tal fin, al ingresar al establecimiento el personal deberá colocarse el dosímetro que utilizará durante todo el tiempo de permanencia.

Referencias

- (*) Dispersión Compton: consiste en el *aumento de la longitud de onda* de un fotón cuando choca con un electrón libre y pierde parte de su energía.
- (*) Efecto Fotoeléctrico: consiste en una *interacción de absorción* de la totalidad de la energía del fotón. En el choque el fotón desaparece y toda su energía se emplea en arrancar (energía de ligadura) y desplazar (energía cinética) el electrón de su órbita atómica.



CAPÍTULO 5: **CÁLCULOS Y ADOPCIÓN DE EQUIPOS**

Cálculos y adopción de equipos

Para lograr una distribución adecuada de los equipos en la planta es indispensable tener información de los procesos a emplear, de la maquinaria y equipos necesarios, así como de la utilización y requerimientos de estos. La importancia de los procesos radica en que éstos determinan directamente los equipos a utilizar y definir el lay-out de la planta. Por ello en el capítulo anterior se realizó una descripción detallada del proceso que se llevará a cabo.

Es importante tener conocimiento de factores relativos a los equipos en general, tales como espacio requerido, forma, altura y peso, cantidad y operarios, riesgos para el personal, necesidad de servicios auxiliares, etc., esto es indispensable para poder afrontar un correcto y completo estudio de distribución y adopción de los equipos en planta.

En el siguiente capítulo se calculará y describirá los equipos necesarios para una Planta de Irradiación de carne de ave y bovina.

Fuente de Co-60

Actividad de la fuente

Para realizar el cálculo de la actividad de la fuente se deben tener en cuenta las características de nuestro tratamiento.

Para realizar cualquier cálculo de los parámetros del irradiador se asume la siguiente hipótesis:

- El punto donde el producto recibe la dosis máxima se encuentra siempre en el centro de las caras externas de las cajas, paralelas al irradiador.
- El punto donde el producto recibe la dosis mínima se encuentra siempre en alguna parte del plano medio de las cajas.
- La distribución de actividades en el irradiador es homogénea.
- El campo de radiación es siempre simétrico respecto a los ejes del irradiador.
- El tiempo de pasaje de una posición a otra del producto es despreciable.

- El producto es homogéneo e isótropo.
- Es aplicable el principio de superposición de los efectos.

El rendimiento del tratamiento es la relación entre la energía absorbida por el producto a irradiar y la energía emitida por la fuente durante el tiempo del tratamiento:

$$\eta = \frac{\text{Energía absorbida}}{\text{Energía emitida}}$$

Los rendimientos rondan entre el 20% y 25% para dosis superiores a 1 kGy debido a que la energía de la fuente es emitida en todas direcciones y solo un porcentaje de ella es absorbida por el alimento.

El rendimiento durante el tratamiento, también puede expresarse de la siguiente manera:

$$\eta = \frac{D(\text{Gy}) \cdot \dot{M}(\frac{\text{kg}}{\text{h}})}{3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \cdot A(\text{Ci}) \cdot 0,0148 \frac{\text{W}}{\text{Ci}}}$$

Donde:

η = Rendimiento del tratamiento

D= Dosis que debe recibir el producto

M= Masa horaria del producto a tratar

A= Actividad de la fuente

Por medio de esta ecuación se puede obtener el valor aproximado de la Actividad que debería tener la fuente para tratar una determinada masa de producto por hora con un valor de rendimiento preestablecido. Si se considera que el tratamiento en cuestión tiene un rango de dosis mínima de 2 - 4 kGy (para asegurar el fin tecnológico), la masa de carne a tratar es de 3000 kg/h y el rendimiento del tratamiento es del 25%, se obtiene:

$$A(\text{Ci}) = \frac{D(\text{Gy}) \cdot \dot{M}(\frac{\text{kg}}{\text{h}})}{3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \cdot \eta \cdot 0,0148 \frac{\text{W}}{\text{Ci}}} = \frac{4000\text{Gy} \cdot 3000 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \cdot 0,25 \cdot 0,0148 \frac{\text{W}}{\text{Ci}}} = 900.901 \text{ Ci}$$

Se debe tener en cuenta que si no se dispone del valor de la actividad a la fecha se debe calcular el decaimiento sufrido desde su calibración.

Empleando la siguiente ecuación se puede aproximar el decaimiento anual de la actividad y recalculer la capacidad de la planta.

$$A_{(t)} = \frac{A_0}{2^{t/T_{1/2}}}$$

Donde:

A_0 = Actividad de la fuente radiactiva tiempo 0 (fecha de calibración)
 $A_{(t)}$ = Actividad de la fuente radiactiva a tiempo t
 t = Tiempo transcurrido
 $T^{1/2}$ = Período de Semidesintegración

T =	1 años	
T _{1/2} =	5,27 años	
A ₀ =	900.900,90 Ci	100 %
A _(t) =	789.869,93 Ci	88 %
Decaimiento Anual =		12 %

Como solución de compromiso se opta por una actividad de 1.000.000 Ci de manera de tener la menor variación de la capacidad calculada a procesar, siendo esta de aproximadamente 2920 Kg/h al cabo de un año antes de la reposición de la fuente.

La tasa de dosis en el producto está directamente relacionada con la actividad instalada de la fuente. El operador controla la dosis absorbida entregada al producto ajustando el tiempo que está expuesto a la radiación, ya sea seleccionando el intervalo de tiempo de irradiación o seleccionando la velocidad del transportador. La única variación en la salida de la fuente es la reducción conocida en la actividad causada por la desintegración radiactiva; si no se tiene en cuenta, esto puede tener un impacto significativo en la operación de la instalación, tanto financiera como en la programación. La actividad de una fuente de cobalto disminuye en aproximadamente

un 12% anual. El operador del irradiador compensa esta pérdida de actividad (lo que disminuye la tasa de dosis) aumentando incrementalmente el tiempo de irradiación en aproximadamente 1% por mes para mantener la misma dosis en el producto. Eventualmente, el tiempo de irradiación se vuelve más extensa lo que lo hace menos práctico (reducción del rendimiento), requiriendo la adición de lápices de cobalto 60 al rack (reabastecimiento de fuente) a intervalos regulares, dependiendo de los requisitos operacionales.

La dosis de proceso, que es la dosis necesaria para lograr el efecto deseado en el producto, se determina mediante investigación, que implica determinar la relación dosis-efecto para el producto/efecto. Generalmente, el resultado de tal investigación es la identificación de dos límites de dosis: el límite inferior de dosis establece la dosis mínima requerida para lograr el efecto deseado en el producto, y el límite superior de dosis se establece para asegurar que la radiación no afecte negativamente la calidad funcional del producto.

Selección de un irradiador

Para el funcionamiento eficiente de la instalación de irradiación, es fundamental que los requisitos de la aplicación prevista se entiendan claramente antes de que la instalación sea diseñada y construida. También es igualmente importante que estos requisitos se transmitan inequívocamente al proveedor del irradiador. La siguiente es una lista de algunos de los criterios técnicos que ayudarían a través del proceso de selección:

- Tipo de producto a irradiar (tamaño, densidad, homogeneidad): diferentes cortes de carne de ave y bovina refrigerados envasadas al vacío o no.

CORTES DE CARNE DE AVE		
		
Filete	Cuarto trasero	Alitas

Fig. 1. Cortes de carne de ave con gran tendencia a la exportación

CORTES DE CARNE BOVINA			
			
Bife angosto	Bife ancho	Lomo	Peceto
			
Cuadril	Nalga	Bola de lomo	Cuadrada

Fig. 2. Cortes de carne de bovina con gran tendencia a la exportación

- Requisitos de dosis y de uniformidad de dosis para los productos y el proceso previstos: según investigaciones bibliográficas y consultas a expertos utilizando un rango de dosis mínima de 2- 4 kGy se asegura el objetivo tecnológico siendo el mismo la reducción de la carga microbiana.

Microorganismo	Producto	Temperatura (°C)	D10 (kGy)	Referencia
<i>Campylobacter jejuni</i>	Carne de vaca	3	0,15	Tarkowski et al. (1984)
	Pechuga de pollo	3	0,12-0,25	Petterson (1995)
<i>Enterobacteriaceae</i>	Pollo	Refrigerado	1	Mulder (1977)
<i>E. coli</i> O157:H7	Carne de vaca y pollo	5	0,28	Thayer y Boyd (1993)
<i>Listeria monocytogenes</i>	Carne de vaca	5	0,45	Thayer y Boyd (1995)
<i>Moraxella spp.</i>	Carne de pollo	Refrigerado	0,83	Klinger et al. (1986)
<i>Salmonella spp.</i>	Carne de vaca	5	0,7	Thayer et al. (1995)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Carne de vaca	5	0,46	Thayer et al. (1995)
	Pechuga de pollo	5	0,45	Thayer et al. (1995)
	Muslo de pollo	5	0,46	Thayer et al. (1995)
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Carne de vaca	3	0,10 - 0,21	Tarkowski et al. (1984)

Tabla 1. Dosis de radiación de reducción decimal (D₁₀) para bacterias seleccionadas en carnes.

Beneficios	Rango dosis mínima (kGy)	Productos
Inhibir/Retrasar brotación	0,05 – 0,15	Papas, cebollas, ajos
Controlar pestes:		
• Control cuarentenario	0,15 – 0,4	Frutas y hortalizas frescas
• Desinfestación	0,15 - 2	Granos, vegetales deshidratados y frutos secos
Retardar maduración	0,5 – 3	Frutas y hortalizas frescas
Controlar microorganismos:		
• Extender la vida útil (reducir microorganismos descomponedores)	1 – 3	Frutas finas, vegetales, pescados y mariscos
• Reducir riesgo de presencia de microorganismos patógenos	1 – 7	Carnes, pollo, pescado, vegetales mínimamente procesados
• Descontaminar/esterilizar aditivos e ingredientes	10 - 30	Especias, enzimas, espesantes, colorantes, etc

Tabla 2. Beneficios y rango de dosis mínima para diferentes productos (Celina Horak - INTA CNEA)

CLASE DE ALIMENTOS Y PROPÓSITO DE LA IRRADIACIÓN	LÍMITE MÁXIMO (kGy)
CLASE 1 – BULBOS, TUBÉRCULOS Y RAÍCES Propósito: Inhibir la brotación durante el almacenamiento	0,2
CLASE 2 – FRUTAS Y VEGETALES FRESCOS (distintos de los de la Clase 1) Propósitos: a) Retrasar la maduración. b) Desinfestación de insectos. c) Control de microorganismos alterantes. d) Control cuarentenario.	1,0 1,0 2,5 1,0
CLASE 3 – CEREALES Y SUS HARINAS, LEGUMBRES, SEMILLAS OLEAGINOSAS, FRUTAS SECAS Propósitos: a) Desinfestación de insectos.	1,0

b) Control de microorganismos alterantes y patógenos.	5,0
CLASE 4 – VEGETALES Y FRUTAS DESECADOS O DESHIDRATADOS, CONDIMENTOS VEGETALES(*), TE Y HIERBAS PARA INFUSIONES Propósitos: a) Control de microorganismos patógenos. b) Desinfestación de insectos.	1,0 1,0
CLASE 5 – HONGOS DE CULTIVO COMESTIBLES, FRESCOS Propósitos: a) Control de microorganismos alterantes	3,0
CLASE 6 – PESCADOS Y MARISCOS, Y SUS PRODUCTOS (FRESCOS Y CONGELADOS) Propósitos: a) Control de microorganismos alterantes y patógenos. b) Control de parásitos.	5,0 (**) 2,0 (***)
CLASE 7 – AVES, CARNES BOVINA, PORCINA, CAPRINA, OTROS Y SUS PRODUCTOS (FRESCOS Y CONGELADOS) Propósitos: a) Control de microorganismos alterantes y patógenos. b) Control de parásitos.	7,0 (**) 3,0 (***)
CLASE 8 – ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL DESECADOS Propósitos: a) Control de insectos. b) Control de hongos.	1,0 3,0

(*) La dosis media global absorbida no deberá ser mayor de 30 kGy.

(**) La dosis mínima es definida sobre la base de la calidad higiénica del producto.

(***) La dosis mínima puede ser definida sobre la base del tipo de parásito.

Tabla 3. Beneficios y rango de dosis mínima para diferentes productos según el CAA.

Además de estos criterios técnicos, hay otros que también deberían ser considerado durante el proceso de selección. Éstas incluyen:

- Capital y costo de operación de la instalación total
- Requisitos de utilidad tales como energía eléctrica y suministro de agua
- Experiencia técnica disponible en la región, incluidos los recursos humano
- Dependiendo de las regulaciones nacionales del país, sería necesario obtener una licencia para construir y operar la instalación. Varios departamentos o ministerios podrían estar involucrados dependiendo del producto que se procesará, como la

autoridad de energía atómica, el ministerio de salud, el ministerio de alimentos, el ministerio de la industria, etc.

Disposición del producto a irradiar

Los diferentes cortes de carne se pueden presentar de dos formas:

- ✓ Carnes vacunas: envasadas al vacío en bolsas de polietileno termocontraíbles.



Fig. 4. Corte vacuno envasado al vacío con bolsas termocontraíbles.

- ✓ Carne de ave: envasadas en bolsas de polietileno u otros polímeros habilitados para irradiación.

En ambos casos, los diferentes cortes estarán contenidos en cajas de cartón corrugado de medidas:

Tapa: 40cm x 60cm x 15cm (ancho x largo x alto)

Fondo: 38cm x 58cm x 14cm (ancho x largo x alto)

Peso aproximado cada caja = 25 kg.



Fig. 5. Caja de cartón corrugado con bolsa polietileno.

Geometría

La geometría del irradiador se define considerando los fines para los cuales fue diseñada la planta, es decir, el tipo de productos que se van a tratar. Para esto se debe tener en cuenta que los irradiadores se construyen ensamblando los portafuentes individuales de aproximadamente 30 cm x 50 cm, teniendo cada uno de ellos una capacidad para 30 lápices de Co-60.

Sabiendo que cada una de las cajas de producto tiene aproximadamente 60cm x 40 cm de base por 15 cm de alto y optando por una geometría del tipo superposición de fuente (fuente de mayor tamaño que el producto) se decide construir un irradiador de 1 x 4 portafuentes, es decir de 30 cm de alto por 2 m de largo. Además, como definimos que la fuente será de 1.000.000 Ci, contamos con 100 lápices de Co-60 con una actividad máxima de 10.000 Ci cada uno aproximadamente para realizar la distribución en el rack.

Las dimensiones adoptadas contemplan no sólo la carga inicial, sino también espacio suficiente para el agregado de nuevas fuentes a lo largo de la vida útil de la instalación.

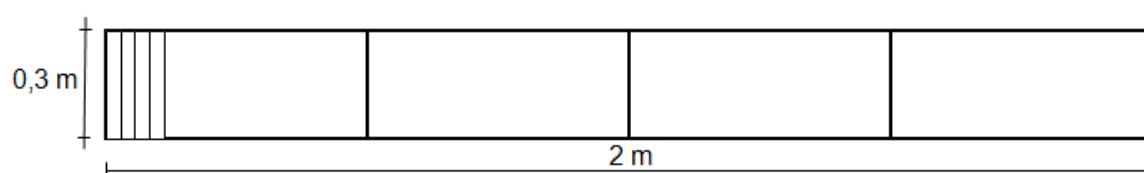


Fig. 6. Esquema fuente de Co-60

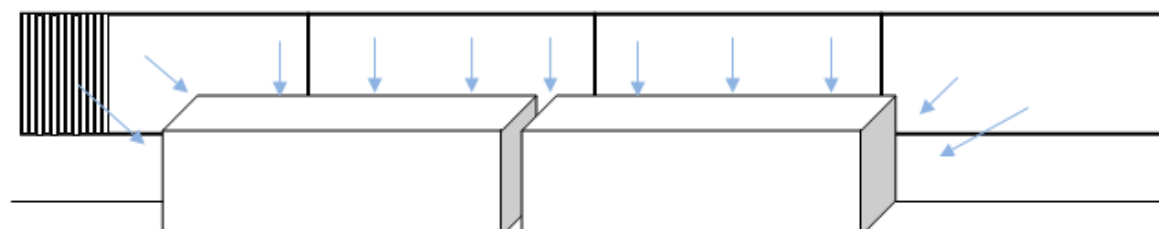


Fig. 7. Esquema fuente de Cobalto 60 y sentido de las cajas a irradiar.

Gap de aire

Para establecer la distancia de la fuente a la que circulará el producto, también conocida como gap de aire, se debe tener en cuenta que éste es uno de los factores que afecta tanto al rendimiento como a la homogeneidad en la distribución de la dosis, es decir la relación entre $D_{\max}/D_{\min}$ que recibe el producto. Lo ideal es alcanzar una relación igual a uno, o sea que las curvas de isodosis recibidas en el volumen del producto sean todas de la misma magnitud. Esto se lograría alejando lo más posible el producto del irradiador, sin embargo esta es una acción que va en contra del rendimiento. Si por el contrario se coloca el producto muy cercano al irradiador, el rendimiento del proceso aumenta, aunque se obtienen relaciones $D_{\max}/D_{\min}$ muy elevadas.

Es por lo anteriormente expuesto que se debe lograr una solución de compromiso entre rendimiento y homogeneidad de dosis en la cual se puedan lograr valores de esta última menores y cercanos a 2 sin disminuir demasiado el rendimiento aceptable para el tratamiento. Esta distancia entre irradiador y producto se establece por medio de software una vez definidas las dimensiones del irradiador, el rendimiento y relación de dosis esperados. Con ayuda de la Comisión Nacional de Energía Atómica se calculó la distancia o gap de aire para las condiciones establecidas, lo que otorgó un valor de 0,2 m.

Considerando esta distancia es que se debe diseñar el sistema de transporte para que circulen las cajas de producto alrededor de la fuente.

Sistema de elevación de la fuente

La elevación de la fuente se va a realizar por medio de un aparejo eléctrico marca BTA tools 100/200 KG – 12 M. Éste debe ubicarse fuera de la sala de irradiación, encima del techo, ya que no puede haber equipos eléctricos dentro del recinto.

Características:

- Tensión: 220 V/50 Hz
- Potencia: 450 W
- Alzada: 6-12 m
- Velocidad elevación: 10 m/min 100 kg
- 5 m/min 200 kg

- Cable: Ø 3 mm
- Carga máxima: 200 Kg
- Uso: Profesional.



Fig. 8. Aparejo eléctrico de la empresa BTA tools.

Sala de irradiación

El diseño de la cámara de irradiación debe ser un equilibrio entre el ahorro en los materiales de construcción y la efectividad en el blindaje.

La sala de irradiación tiene una altura general de 3 - 4 m y tanto las paredes como el techo están contruidos con hormigón vibrado. También debe poseer una abertura en el techo sobre la pileta para la descarga de los contenedores blindados con las fuentes en los momentos en que sea necesario recargar la misma.

La actividad de diseño de la planta es siempre mayor a la instalada y está definida por el blindaje de la sala de irradiación. Éste se pensó para tener una actividad máxima de 1.500.000 Ci, teniendo en cuenta la posibilidad de aumentar la actividad de la fuente en un futuro. Esto es así debido a que el costo del blindaje aumenta de forma logarítmica y el costo de la fuente de manera lineal. De modo que aumentar un poco más el blindaje no insume una inversión mucho mayor, pero si aumentar la actividad de la fuente.

Tasas de dosis equivalentes

El conjunto de técnicas de protección para la radiación externa tiene por objeto reducir las dosis recibidas por las personas expuestas a través de esa vía, de manera que dichas dosis se mantengan tan bajas como sea razonablemente posible.

Si se analiza la expresión de la dosis en función del tiempo: $H = \dot{H} \times t$ se hace evidente que existen dos mecanismos básicos para reducir las dosis por esta vía:

- la reducción del tiempo de exposición t , y
- la reducción de la tasa de dosis $\dot{H}$

La dosis equivalente por unidad de tiempo (tasa de dosis equivalente) producida por una fuente radioactiva puntual de actividad A y constante específica de radiación Γ a una distancia d , si no hay absorbente intermedio es:

$$\dot{H} = \frac{A \times \Gamma}{d^2}$$

Donde:

$\dot{H}$ = Tasa de dosis equivalente ambiental [mSv/h]

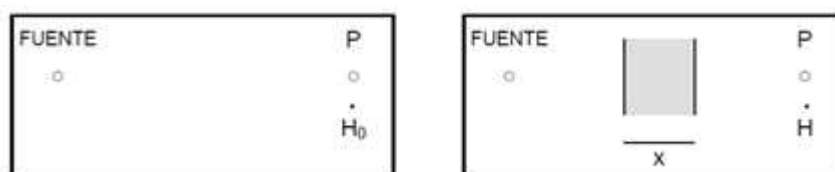
A = Actividad de la fuente radioactiva [GBq]

Γ = Constante específica de radiación gamma para el radionucleído [mSv m² / h GBq]

Para Co 60 = ($\Gamma = 0,35 \text{ mSv m}^2 / \text{h GBq}$)

d = Distancia entre la fuente y el punto en cuestión [m]

La atenuación de un haz de radiación gamma en un material absorbente sigue, con bastante aproximación, una exponencial negativa.



Por lo tanto, la interposición de un blindaje de espesor “x” entre una fuente radioactiva y un punto de interés P, produce una disminución de la tasa de dosis en dicho punto de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\dot{H} = \dot{H}_0 e^{-\mu x}$$

Siendo:

$\dot{H}_0$ = es la tasa de dosis en el punto de interés P sin blindaje interpuesto.

$\dot{H}$ = es la tasa de dosis en el punto de interés P con blindaje de espesor “x” interpuesto.

$e(-\mu x)$ = es el factor de atenuación donde μ es el coeficiente de atenuación másico y “x” el espesor del blindaje.

En la expresión anterior se puede ver que, para que la tasa de dosis se reduzca a cero sería necesario un espesor de blindaje infinito es decir que es imposible reducir a cero la tasa de dosis por interposición de blindaje. Por lo tanto se deberá definir un espesor de blindaje necesario para que las personas expuestas no superen los límites y que las mismas sean lo más bajas como sea razonablemente posible.

Cálculo de blindaje para radiación gamma

Un diseño adecuado con un blindaje correctamente calculado asegura que si las personas están en los lugares adecuados, las dosis no superarán determinados valores; en cambio, la distancia, si no está definida por una barrera física, depende de la voluntad de la persona de estar más o menos cerca de la fuente; con el tiempo sucede algo similar.

Los límites de tasas de dosis vigentes y las nuevas recomendaciones del ICRP 60 son:

Población	Tipo de exposición	Límites actuales	Nueva recomendación
Trabajadores profesionalmente expuestos	Cuerpo entero	50 mSv/año 30 mSv/trimestre	100 mSv/ 5 años 50 mSv/ año
Trabajadores no directamente expuestos	Cuerpo entero	15 mSv/año	Categoría suprimida
Público	Cuerpo entero	5 mSv/año	5 mSv/ 5 años

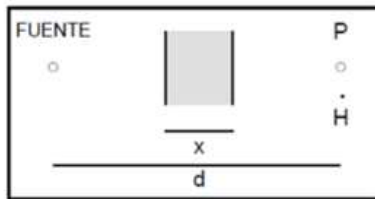
Tabla 4. Límites de dosis vigentes

En la práctica se presentan dos situaciones distintas en lo que se refiere a la geometría del blindaje a calcular, que para simplificar llamamos “Blindaje hacia adentro y Blindaje hacia afuera”.

La primera de ellas ocurre cuando es conocida la distancia entre el punto en que se desea que la tasa de exposición valga $\dot{H}$ y la fuente. La segunda, cuando el absorbente debe ser construido a partir de una distancia dada entre la fuente y la cara interior del mismo. En este último caso la distancia entre la fuente y el punto donde se desea que la tasa de exposición tenga un valor dado es incógnita, puesto que el espesor “x” a calcular incrementa la distancia.

Resumiendo:

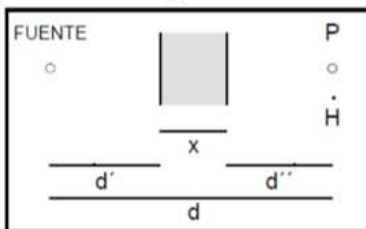
a) para un blindaje hacia adentro:



La expresión de cálculo es:

$$\dot{H} = \dot{H}_0 * e^{-\mu x} = \frac{A * \Gamma}{d^2} * e^{-\mu x}$$

b) para un blindaje hacia afuera:



La expresión de cálculo es:

$$\dot{H} = \dot{H}_0 * e^{-\mu x} * B = \frac{A * \Gamma * B}{(d' + d'' + x)^2} * e^{-\mu x}$$

En la ecuación anterior la letra “B” representa un factor de multiplicación el cual contempla la existencia de los fotones secundarios producidos en la interacción Compton y en la formación de pares, su enfoque en el punto en cuestión contribuye a aumentar la tasa de exposición que surge de la aplicación de la fórmula anterior. Este factor depende de la energía de la radiación (E), del número atómico (z), de la densidad (δ) del absorbente y del espesor (x) de este. La dependencia de E, z, y δ puede ser expresada en función de μ .

Debido a que no tenemos acceso al software Monte Carlos o Microshield para la resolución analítica teniendo en cuenta todas las variables reales del proceso, a modo

de simplificar los cálculos se plantea la hipótesis de inexistencia de formación de pares e interacciones Compton y se desprecia el factor de multiplicación “B”.

Dado lo anteriormente expuesto, se procede a modo de ejemplo el cálculo para un blindaje hacia afuera mediante un método analítico iterativo.

Reordenando la ecuación:

$$\frac{\dot{H} * (d' + d'' + x)^2}{A * \Gamma} = e^{-\mu x}$$

El método analítico consiste en obtener, mediante sucesivas aproximaciones, el valor de “x” que satisface la igualdad. El procedimiento a seguir es el siguiente:

- a) Se da un valor arbitrario a la variable independiente x, (x_1) y se resuelve el primer miembro de la igualdad, obteniéndose como resultado un cierto número.
- b) Se iguala la exponencial del segundo miembro al número obtenido y se determina el valor del exponente, y por lo tanto de x (x_2), que satisface dicha igualdad. En general este valor x_2 diferirá del elegido x_1 .
- c) Se repiten los pasos a) y b) tomando como nuevo valor de x_1' de la variable independiente en el último valor hallado. ($x_1 = x_2$)

El proceso finaliza cuando el valor de “x” con que se efectúa el paso a), coincide con el obtenido al efectuar el paso siguiente b), puesto que esto implica que dicho valor satisface la igualdad y es por lo tanto la solución del problema.

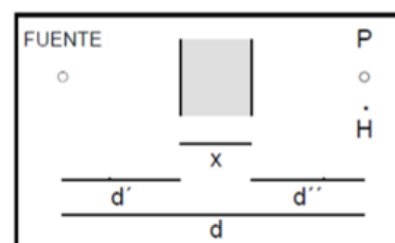
El cálculo de espesores de blindaje del recinto de irradiación se llevó a cabo mediante planilla Excel utilizando la función de cálculo iterativo.

Consideraciones:

- La distancia paralela a la fuente (mayor intensidad de la radiación) a la cara interna del blindaje es ($d' = 3\text{m}$).
- La distancia partiendo desde la cara externa del blindaje, donde se verifica que la tasa de dosis equivalente ambiental para el público no supere la impuesta por la normativa vigente ($5 \text{ mSv}/5 \text{ años} = 1 \text{ mSv/año}$) es ($d'' = 1\text{m}$)

- El material de blindaje utilizado es hormigón vibrado cuya densidad varía a partir de los 3 g/cm³ con un coeficiente de atenuación lineal de aproximadamente $\mu = 0,16 \text{ cm}^{-1}$
- El recinto de radiación se diseña para soportar una actividad de 1.500.000 de curies.

$d' =$	3 m	
$d'' =$	1 m	
$x_{\text{Hormigón Vibrado}} =$	1,38 m	
$\dot{H}_{\text{Público}} =$	1 mSv/año	0,000114 mSv/h
$A =$	1.000.000 Ci	37.000.000 GBq
$\Gamma_{\text{Co60}} =$	0,35 mSv m ² /h GBq	
$\mu_{\text{Hormigón Vibrado}} (\delta > 3 \text{ g/cm}^3) =$	0,16 cm ⁻¹	16 m ⁻¹
Verificación de la tasa de dosis a ($d'+d''+x$) metros de la fuente		
$\dot{H} = \dot{H}_0 * e^{-\mu x}$		
$\dot{H} = [A * \Gamma / (d'+d''+x)^2] * e^{-\mu x}$		
$d = (d'+d''+x)$	5,38 m	
$\dot{H} =$	1,14E-04 mSv/h	1 mSv/año



Factores de conversión:
1 Ci = 37 GBq
1 año = 8.760 Horas

d' = Distancia desde la fuente a la cara interna de la pared del blindaje
 d'' = Distancia desde la cara externa de la pared del blindaje, al punto de interés (P) donde se quiere conocer la tasa de dosis equivalente ambiental (H).

x = Espesor del blindaje

A = Actividad de la fuente

Γ = Constante específica del radionucleído

μ = Coeficiente de atenuación lineal del material de blindaje

$\dot{H}$ = Tasa de dosis equivalente ambiental

Por razones de seguridad radiológica se sobredimensionan los espesores requeridos de blindaje para el recinto de irradiación y se consideran de igual medida los espesores para el laberinto.

Finalizando, para garantizar la seguridad del personal como del público que pueda circular en las inmediaciones del bunker, se opta por espesores de 1,5 metros de hormigón vibrado. Dicho espesor permite en un futuro aumentar la actividad de la fuente hasta 1.500.000 Curies sin poner en riesgo la seguridad radiológica.

El laberinto que se diseñó con el fin de reducir la radiación dispersa cuenta de tres tramos hasta llegar a la sala de irradiación y sus dimensiones son las siguientes:

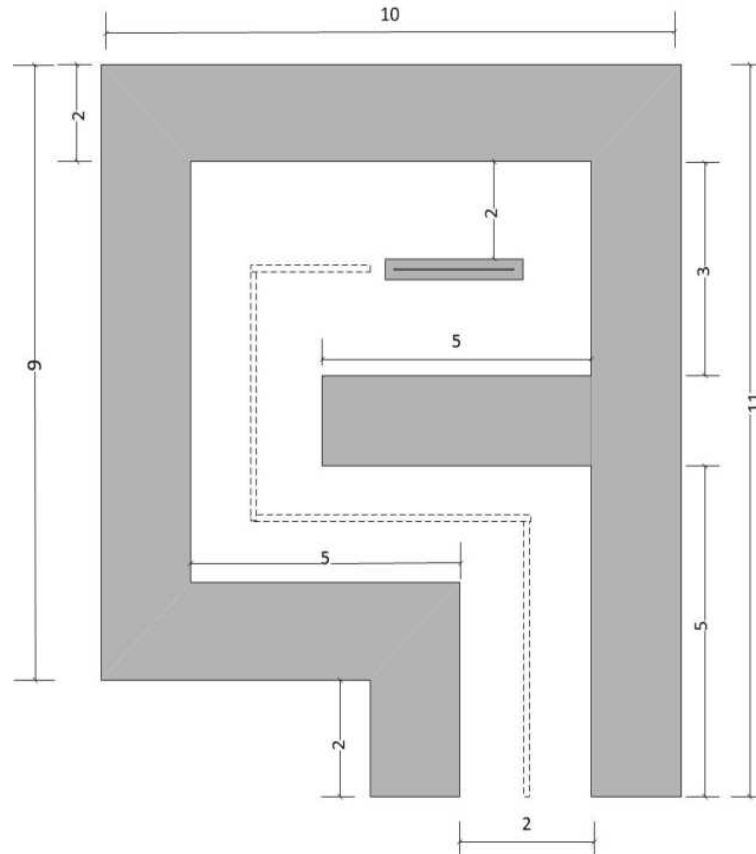


Fig. 9. Laberinto y sala de irradiación. Las medidas están en m.

El volumen total de hormigón para esta instalación, considerando una altura de la sala de 3m, las paredes y el techo de 1,5 m de espesor, es de:

$$\text{Superficie de paredes} = 105 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen de paredes} = 105 \text{ m}^2 \times 1,5 \text{ m} = 157,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Superficie del techo} = (9 \text{ m} \times 10 \text{ m}) + (2 \text{ m} \times 5 \text{ m}) = 100 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen del techo} = 100 \text{ m}^2 \times 1,5 \text{ m} = 150 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total} = 307,5 \text{ m}^3$$

A continuación, se analizan las ventajas y desventajas de los materiales para blindaje más comunes utilizados en el diseño de irradiadores.

MATERIAL	VENTAJA	DESVENTAJA
Plomo	Número atómico alto Alta densidad física (11,35 g/cm ³) Requiere espacios pequeños	Relativamente costoso Difícil de trabajar Pesadas
Hierro/acero	Densidad física relativamente alta Requiere espacio relativamente pequeño Fáciles de instalar Estructura autoportado	Relativamente costoso Relativamente pesado
Concreto	Barato Autoportado Fácil de manipular	Requiere espacios grandes Puede variar su densidad de una pared a otra por lo tanto, es necesario controlar este aspecto

Tabla 5. Ventajas y desventajas de materiales de blindaje
(Fuente: Tesista, National Council on Radiation and Measurements, 2005)

Piscina de almacenamiento

La piscina de almacenamiento de la fuente debe tener una profundidad tal que garantice la seguridad de todo el personal que tenga acceso al recinto de irradiación y debe tener un área tal que permita el libre ascenso y descenso del irradiador, así como también el ingreso de los recipientes blindados en los que son transportadas las fuentes individuales.

La profundidad de la piscina se obtiene realizando el mismo procedimiento anteriormente expuesto para los espesores de las paredes del recinto.

Consideraciones:

- La distancia desde la fuente al punto de interés (P) es el espesor del blindaje, agua en este caso.

- La tasa de dosis equivalente en el punto de interés es la impuesta por la normativa para el público (5 mSv/5 años = 1 mSv/año), de manera de obtener la máxima seguridad.

$d' =$	0 m	
$d'' =$	0 m	
$x_{\text{Agua}} =$	3,63 m	
$\dot{H}_{\text{Público}} =$	1 mSv/año	0,000114 mSv/h
$A =$	1.000.000 Ci	37.000.000 GBq
$\Gamma_{\text{Co60}} =$	0,35 mSv m ² /h GBq	
$\mu_{\text{Agua}} =$ ($\delta = 1 \text{ g/cm}^3$)	0,063 cm ⁻¹	6,3 m ⁻¹
Verificación de la tasa de dosis a $(d'+d''+x)$ metros de la fuente		
$\dot{H} = \dot{H}_0 * e^{-\mu x}$		
$\dot{H} = [A * \Gamma / (d'+d''+x)^2] * e^{-\mu x}$		
$d = (d'+d''+x)$	3,63 m	
$\dot{H} =$	1,14E-04 mSv/h	1 mSv/año

x = Espesor del blindaje

A = Actividad de la fuente

Γ = Constante específica del radionucleído

μ = Coeficiente de atenuación lineal del material de blindaje

$\dot{H}$ = Tasa de dosis equivalente ambiental

La profundidad de la piscina se sobredimensiona de manera de contemplar las pérdidas de blindaje provocadas por evaporaciones debidas al calentamiento del agua causado por efecto de la radiación, que, en muchos casos, ronda los 40°C cuando la fuente se encuentra prolongados tiempos en posición de almacenamiento.

Por último, se opta por una profundidad de 6 metros cuyo valor es acorde al que emplean plantas de irradiación gamma en nuestro país y el resto del mundo. Además, para el diseño de la piscina se escoge una forma de L con el fin de poder ingresar el contenedor con las varillas de cobalto 60 (Diámetro aproximado = 1,5 m), cuando haya que hacer una recarga de la fuente, por la parte de la cinta más corta que sería desmontable.

Considerando que se encuentra revestida con paredes de 25 cm de espesor de hormigón, los metros cúbicos requeridos son:

Volumen Paredes: 14,70 m³ de hormigón

Volumen Piso: 1,47 m³ de hormigón

Volumen Total = 16,17 m³ de hormigón

El volumen de la piscina será entonces:

Volumen de la piscina = Área x Profundidad

Volumen 1 = largo x alto x profundidad = 0,5m x 1m x 6m = 3 m³

Volumen 2 = largo x alto x profundidad = 2m x 1,6m x 6m = 19,2 m³

Volumen total = 3 m³ + 19,2 m³ = 22,2 m³

Éste es el volumen de agua que tendrá la piscina y que deberá tratarse para lograr una conductividad del orden de los μs .

La piscina de almacenamiento de la fuente debe estar provista de un control automático de nivel para asegurar que este se mantiene sobre el valor prefijado. Todos los componentes que estén debajo del agua serán de material que tenga con una gravedad específica de 1,000 o más. Cuando se use una tubería, esta debe permitir que el agua inunde completamente la tubería.

La piscina debe ser hermética al agua y diseñada para soportar los contenedores de transporte de la fuente de radiación que se usen durante las operaciones de transferencia sin comprometer la integridad de la piscina. No debe tener penetraciones a través del fondo ni de las paredes a más de 30 cm debajo del nivel normal de agua. Todos los componentes de la piscina deben ser de un material que reduzca la posibilidad de ocurrir y transferir la corrosión a la fuente sellada. Los componentes de acero inoxidable deberán ser pasivados, después de la fabricación.

Se debe colocar una barrera física alrededor de la piscina de la fuente para prevenir caídas accidentales de personal en ella. Estas barreras pueden ser retiradas durante operaciones de mantenimiento o de servicio.

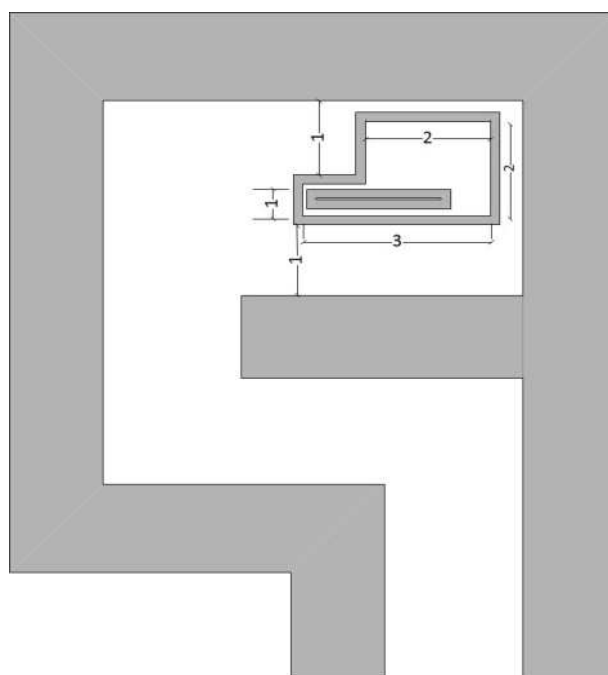


Fig. 10. Piscina de almacenamiento en sala de irradiación. Las medidas están en m.

Sistema de tratamiento del agua

La piscina debe contar con un sistema de acondicionamiento que mantenga el agua en condiciones de limpieza y con una conductividad que no exceda de 1000 $\mu\text{S}/\text{m}$ por normativa de ARN (10 $\mu\text{S}/\text{cm}$), para reducir la posibilidad de corrosión de la fuente sellada. Se debe tener cuidado extremo para evitar la introducción de contaminantes en el agua del sistema (regenerantes de los deionizadores, materiales de limpieza, materiales corrosivos

para la extinción de fuegos, producto derramado). Los filtros y cama de resinas del sistema de acondicionamiento deben probarse por contaminación radiactiva en forma previa al lavado o regeneración que se programe para el sistema. No se debe empezar el lavado o regeneración si la prueba revela la presencia de contaminación.

El tratamiento del agua para la piscina de almacenamiento se realizará con un destilador por ósmosis inversa marca Kyro con capacidad de producción de 1000 litros / horas en acero inoxidable.

Con este equipo es posible completar la piscina con agua desionizada en aproximadamente 12hs. Luego solo es necesario el mantenimiento de la calidad de la misma ya que no se deben realizar vaciados ni recambios periódicos.



Fig. 11. Destilador por osmosis inversa marca Kyro.

Software de planificación de procesos de irradiación

El software de aplicación para PC, con una interfaz gráfica amigable cuyo principal fin es poder facilitar la planificación de los procesos de irradiación gamma para lograr cumplir el objetivo tecnológico disminuyendo los costos y demoras insumidos en la dosimetría y ensayos previos. Se optará por el diseño de un programa que logra predecir, estableciendo previamente la ubicación de un plano dentro del recinto de irradiación, la tasa de dosis en [kGy/h] en ciertos puntos estratégicos de este plano, además de calcular la dosis absorbida respectiva en [kGy] para un tiempo definido por el usuario.

En base a modelos diseñados a escala laboratorio, se mandará a diseñar un nuevo modelo en lenguaje JAVA que entregue, como parámetro de salida, la tasa de dosis absorbida en [KGy/h], producida por todo el irradiador, en un punto P del espacio de coordenadas (XP, YP, ZP) dentro del recinto de irradiación. El mismo contempla la geometría de nuestro irradiador, su recarga con las características de las fuentes radiactivas de Co-60 (Actividad y Altura) de cada portafuentes, las dimensiones del

producto que vamos a irradiar y los distintos medios que puedan atenuar la radiación entregada por las fuentes radiactivas al producto.

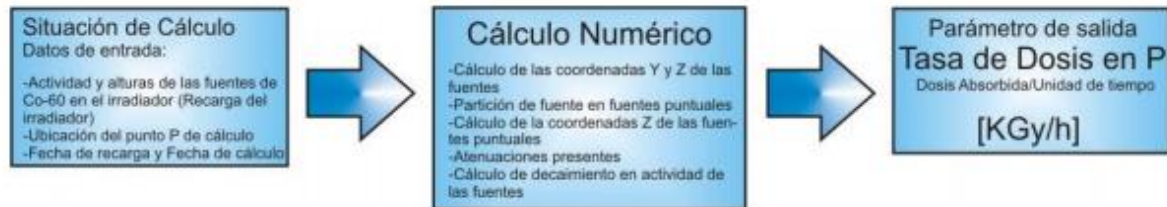


Fig. 12. Esquema del modelo físico-matemático para el cálculo de tasa de dosis en un punto del espacio.

Con la implementación de la interfaz gráfica, es posible además visualizar tasa de dosis y dosis absorbida en los puntos del producto que se desee, a diferencia de solo utilizar el modelo, que permitía conocer solamente la tasa de dosis y dosis absorbida en un único punto P.

El software completo (modelo + interfaz) puede dividirse en dos bloques principales:

- 1) Bloque de cálculo
- 2) Bloque de recarga de fuentes radiactivas

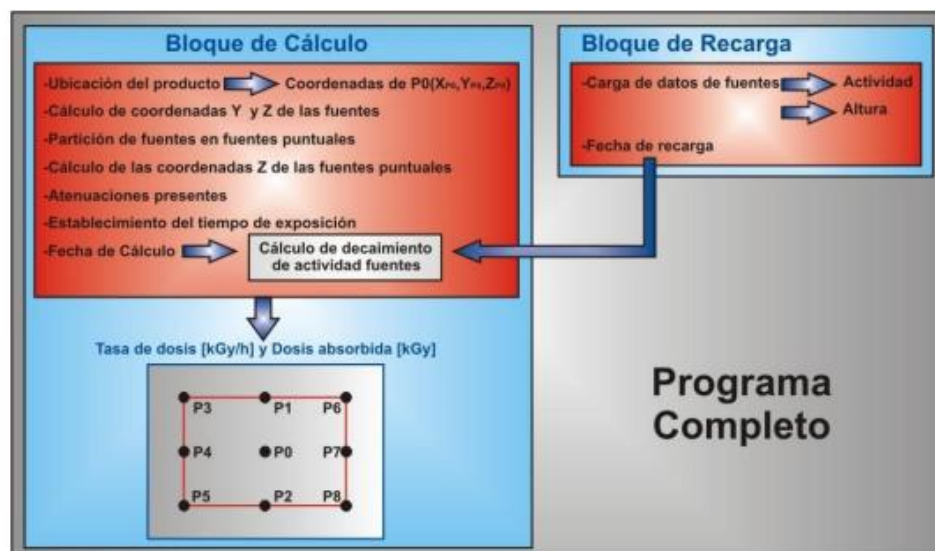


Fig. 13. Diagrama del programa completo una vez integrada la interfaz.

El bloque de cálculo constituye la pantalla principal del programa y actúa de interface entre el usuario y el modelo de cálculo de tasa de dosis, permitiéndole ubicar el producto en una zona del espacio deseada dentro del recinto de irradiación, establecer las dimensiones del producto, definir un tiempo de irradiación y calcular el decaimiento en actividad de las fuentes radiactivas para una fecha determinada. El bloque de recarga permite establecer la configuración del irradiador, agregando o quitando fuentes radiactivas de Co-60.



Fig. 14. Imagen del bloque de cálculo. (Izquierda) e Imagen del bloque de recarga (derecha).

La PC que tiene el software se encontrará en la sala de control de la planta.

Sistema de transporte

El transporte del producto define si se trata de un sistema batch o continuo. Para esta Planta de Irradiación Industrial se opta por uno continuo debido a que se disminuyen considerablemente los tiempos de proceso y por los grandes volúmenes de carne que se manejan, cuyos valores se obtuvieron del estudio de mercado que se realizó en el capítulo 2.

El tipo de transporte seleccionado es por medio de una cinta transportadora de rodillos, por encima de la cual estarán las cajas tanto en el sector de descarga como en el recorrido del producto durante la etapa de irradiación, teniendo como opción la carga directa en caso de ser posible.

El recorrido se puede observar en la imagen, y dentro de la sala de irradiación seguirá las líneas de isodosis para tratar de que la radiación recibida en un punto del producto se mantenga durante parte del recorrido.

Las cajas ingresan al laberinto a través de un sistema de transporte directo desde la descarga del camión contenedor. En el caso de producirse algún desperfecto o retardo, el producto se podrá descargar en el depósito de forma manual, a la espera de su procesamiento.

Una vez dentro del laberinto, las cajas son transportadas a una velocidad determinada por transportadores de rodillos, las cuales pasarán a lo largo del mismo procurando permanecer el tiempo necesario para recibir la dosis requerida.

El sistema será de pasada simple llegando la radiación a las cuatro caras de la caja (Figura ...) asegurando, además, el rango de dosis mínima entre 2 - 4 kGy en el centro de la caja para cumplir con el fin tecnológico.

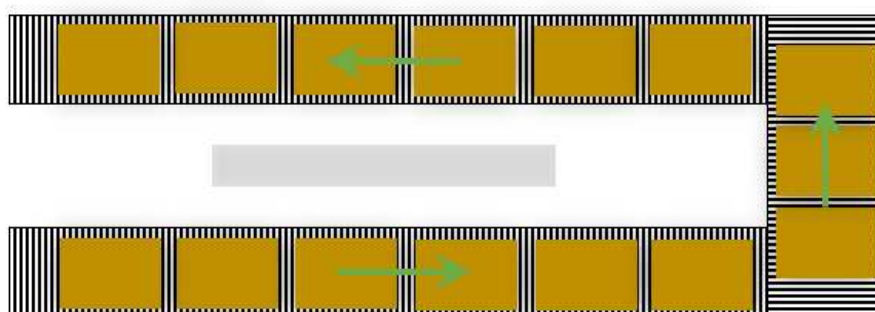


Fig. 15. Recorrido de cajas dentro del recinto de irradiación

Según los datos experimentales aportados por la Comisión Nacional de Energía Atómica para productos con coeficientes de atenuación elevados debido a su alto contenido en agua (Ej: productos cárnicos), considerando un GAP de aire (distancia desde la fuente al producto) de 0,8 cm aproximadamente y con una actividad de la fuente de 800.000 Cu, la tasa de dosis es 30 kGy/h en el punto de menor dosis. Se requieren de 4 kGy aproximados de dosis mínima para productos cárnicos.

30 kGy ----- 60 minutos

4 kGy ----- = 8 minutos

Por lo tanto, la fuente de cobalto-60 irradiará 4 kGy en 8 minutos aproximadamente. Partiendo de una capacidad de planta de 3000 kg/h, lo que equivale a 120 cajas/h con un peso de 25 kg cada una, y teniendo en cuenta el tiempo de exposición que se requiere, se deberán hacer pasar 16 cajas como mínimo por ciclo.

Considerando una actividad máxima de la fuente de Cobalto-60 de 1.000.000 Cu y una distancia desde la fuente a la caja a irradiar de 20 cm, y sabiendo que cada caja mide 60 cm de largo, entonces:

$$16 \text{ cajas} \times 60 \text{ cm} = 960 \text{ cm} = \mathbf{9,6 \text{ m.}}$$

De tal forma, la distancia que deben recorrer estas cajas en el recinto de irradiación será de 9,6 m como mínimo, debiendo tener en cuenta además para dimensionar la longitud total de la cinta, los espacios entre cada caja. Por lo antes mencionado, estimamos un largo total de la cinta en el interior del recinto de 10 m.

Una vez obtenida la longitud total de la cinta dentro del recinto, y sabiendo que para recibir la dosis objetivo se requiere una permanencia de 8 minutos, se puede calcular la velocidad a la que debe circular la cinta.

Cálculo de velocidad de la cinta

$$v = 10 \text{ m} / 8 \text{ min} = 1,25 \text{ m/min} \rightarrow 2,08 \text{ cm/s}$$

$$v = 1,25 \text{ m/min} \times 3,28 \text{ pie/m} = 4,10 \text{ pie/mi}$$

- Cálculo de la capacidad de carga

$$Cc = 25 \text{ Kg} / 60 \text{ cm} \rightarrow 41,67 \text{ Kg/m}$$

$$Cc = 41,67 \text{ Kg/m} \times 1 \text{ m} / 3,28 \text{ pie} \times 2,2 \text{ lb} / 1 \text{ Kg} = 27,95 \text{ lb/pie}$$

Luego de terminado el recorrido en el interior del recinto, las cajas son conducidas nuevamente por el interior del laberinto hacia la salida, en donde son descargadas y conducidas hacia el camión de carga mediante una cinta transportadora o depositadas en el lugar hasta su posterior carga.

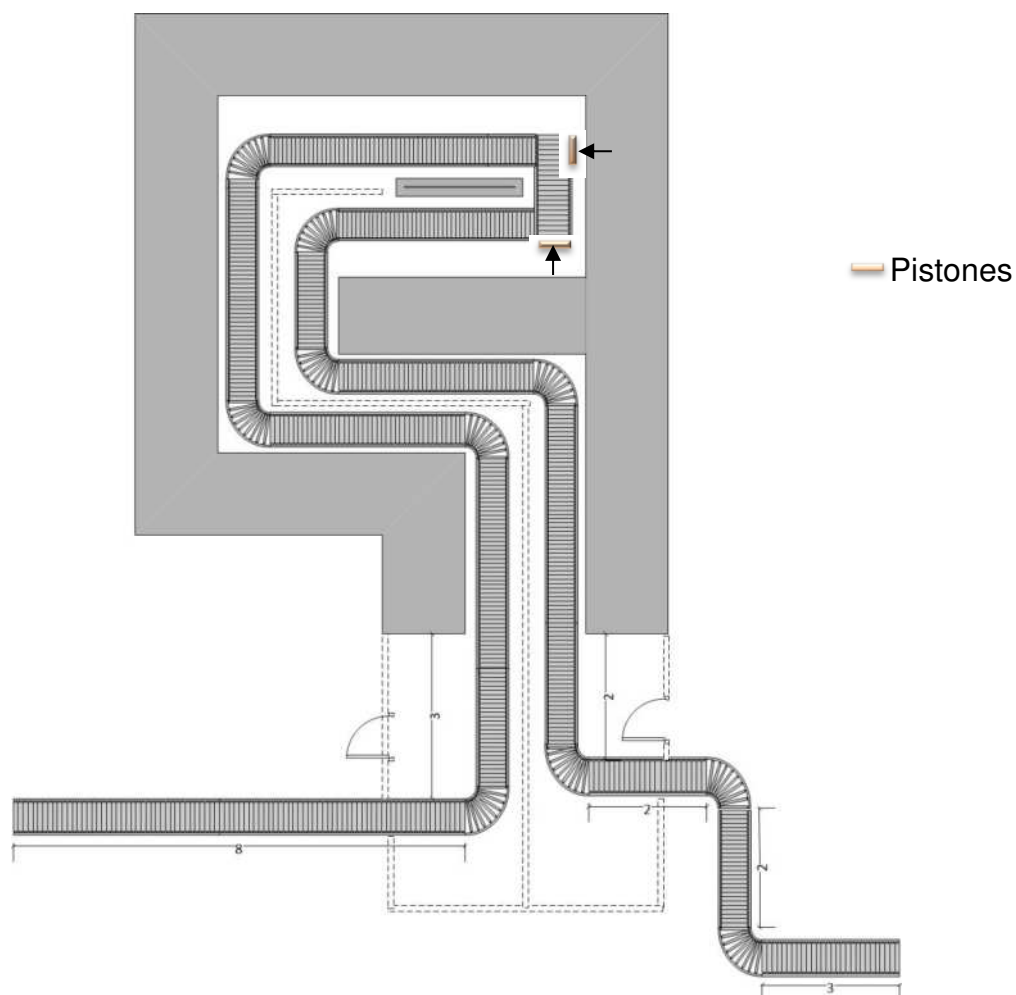


Fig. 16. Recorrido del producto. Las medidas están en m.

- Largo total de la cinta transportadora

Recinto: 11 m

Laberinto: 32 m

Depósitos: 15 m

Total: 58 m

- Tiempo de recorrido total para cada caja

1,25 m ----- 1 min

58 m ----- 46,4 min

Por lo tanto, desde que cada caja es descargada hasta que finaliza su procesamiento y es cargada nuevamente en el camión, transcurren 46 minutos. En caso de no ser cargada directamente, los minutos transcurridos son aproximadamente 40, y luego deben paletizarse a la espera de su carga para despacho.

Para el movimiento de las cintas transportadoras debe haber unidades impulsoras para cada tramo, capaz de controlarse desde la sala de mandos. Por norma de la Autoridad Regulatoria Nuclear, estos motores no pueden colocarse dentro del recinto de irradiación.

Para el cálculo de la potencia necesaria en los motores se considera al transportador y las fuerzas concurrentes durante el transporte del mismo, así como también la mitad del recorrido de la cinta transportadora (29 m).

- Cálculo de potencia del motor

$$HP = \frac{W * f * s}{33000}$$

W = Peso de la carga (lb)

f = coeficiente de fricción (estático)

s = velocidad (pie/min)

$$W = 27,95 \text{ lb/pie} * 29 \text{ m} * 3,28 \text{ pie/1m} = 2623,77 \text{ lb}$$

$$f = 0,6$$

$$s = 4,10 \text{ pie/min}$$

$$HP = \frac{2623,77 \text{ lb} * 0,6 * 4,10 \text{ pie/min}}{33000} = 0,195 \text{ HP}$$

$$HP \text{ ideal} = 0,195 \text{ HP} * 1,5 \text{ (factor de seguridad)} = \mathbf{0,29 \text{ HP} \sim 0,5 \text{ HP}}$$

- Cálculo del motorreductor

$$VL = \frac{2\pi nr}{12}$$

VL = velocidad lineal (pie/min)

r = radio del rodillo (pie)

n = RPM

$$n = \frac{12 * 4,10 \text{ pie/min}}{2 * 3,14 * 0,082 \text{ pie}} = \mathbf{95,53 \text{ RPM}}$$

Con el fin de que la mayor radiación incida sobre ambas caras de mayor superficie del producto (60 cm largo x 15 cm alto), el sistema de transporte cuenta con dos pistones neumáticos los cuales son los encargados de cambiar de dirección del recorrido de la caja.

El sistema seleccionado es el Sistema de Transporte por transportadores de rodillos accionados por cadenas tangenciales para los tramos rectos y por cintas tangenciales para los tramos curvos, de la empresa alemana Axmann (Fig. 17), teniendo una altura de 1 m durante todo el recorrido.

Su construcción protege la cadena de agentes externos, los elementos básicos son rodillos de acero inoxidable, de 50 mm de diámetro.

Se dispone de dos unidades impulsoras con velocidad fija o variable por variador de velocidad. Su diseño permite la instalación en la forma y lugar más conveniente, pudiendo instalarse en un tramo horizontal recto. Cuando el sistema lo exija, ya sea por longitud o carga, se pueden instalar más de una unidad impulsora.

Con las curvas pueden obtenerse muchas combinaciones de vueltas en reducidos espacios. La unión de curvas horizontales y verticales permite obtener cambios de dirección.

Transportadora de rodillos con cadena tangencial por accionamiento tipo 53.20 – recta.

Las transportadoras con cadena tangencial por accionamiento usan una cadena de rodillos estándar para la transmisión de la fuerza. La cadena marcha dentro de un lateral de la cinta transportadora y propulsa cada rodillo desde abajo por un piñón de accionamiento. De esta manera pueden ser impulsadas eficientemente largas líneas transportadoras con un sólo motor.

Datos técnicos:

Rango de carga	0 N/m – 1000 N/m (0 kg/m – 100 kg/m) (0 Lb/ft – 67 Lb/ft)
Velocidad (V)	0.01 / 0.2 / 0.3 / 0.4 / 0.5 m/s (1 / 12 / 18 / 24 / 30 m/min) (7.9 / 11.8 / 15.7 / 19.7"/s) (39.4 / 59.1 / 78.7 / 98.4 ft/min)
Ancho de la línea (EL)	310 mm – 1010 mm en incremento de 50 mm (8.3" – 3.3 ft) en incremento de (2")
Campo entre rodillos (T)	75 / 100 / 125 mm (3.0 / 3.9 / 4.9")
Max. largo por impulso	15000 mm (50 ft)
Largo del módulo (ML)	ML = N x T 225 mm – 3000 mm (9" – 10 ft)
Rango de temperatura	De 0°C a 45°C temperatura ambiente (de 23°F a 122°F)
Protección del motor	IP 54
Propulsor	Motor (con engranaje) reductor de 3 fases, 1/2 HP 230/460 VAC, 60 Hz
Transmisión	1/2" estándar – cadena de rodillos precisa
Tipo de rodillos	Con rodamiento de bolas, accionamiento fijo, rodillos de fricción.
Material de rodillos	Ø 50 mm (2") x 1.5 mm (0.06") de acero galvanizado.
Combinaciones de perfiles	Perfil 131 / 131 (5.2" / 5.2") y perfil 131 / 80 (5.2" / 3.1")

Transportadoras de rodillo curva con cinta de ronda tangencial Tipo 52.40

Curva de impulso son típicos componentes de sistemas de transporte para cajas y contenedores. Estas son usadas para el transporte de unidades de carga como Contenedores de plástico, cajas de cartón, paquetes, etc. Estas curvas permiten un cambio de dirección sin interrumpir el flujo continuo de los demás materiales. El ángulo de deflexión está entre los 20° y 90°. Los rodillos de carga son conducidos por un cinturón de ronda que está tangencialmente fijado a la misma. La cinta es guiada por rodillos de presión. El cinturón de ronda impulsado provee una marcha silenciosa y tranquila durante la curva.

El almacén de la base y los soportes de la curva están hechos de acero formado. Desviación y la estación de propulsión se componen de rodillos con bridas de plástico. Los rodillos de guía presionan horizontal y verticalmente la cinta contra los rodillos de apoyo y lo direccionan hacia el ángulo requerido o necesitado.

Datos técnicos:

Rango de carga	0 N/m – 1000 N/m (0 kg/m – 100 kg/m) (0 Lb/pies – 67 Lb/pies)
Velocidad en el radio interno (V)	0.01/ 0.2 / 0.3 / 0.4 / 0.5 m/s (1 / 12 / 18 / 24 / 30 m/min) (0.7 / 1.0 / 1.3 / 1.6 pies/s) (39.4 / 59.1 / 78.7 98.4 pies/min)
Ancho de la Línea (EL)	419 mm – 919 mm en incremento de 100 mm (16.5" – 36.2") en incremento de (3.9")
Campo entre rodillos (T)	véase Tabla
Max. largo por impulso	90°
Ángulo	30°, 45°, 60°, 90°
Rango de temperatura	De 0°C a 45°C Temperatura ambiente (de 23°F a 104°F)
Protección del motor	IP 54
Propulsor	Motor de engranaje de 3 fases, 1/2 HP, 230/460 VAC, 60 Hz
Transmisión	Cinturón de Ronda
Tipo de rodillo	Con rodamiento de bolas.
Material del rodillo	Ø 50 mm (2") x 1,5 mm (0.06"), acero galvanizado, con secciones cónicas y vaina empaque de polipropileno.



Fig. 17. Cinta transportadora de rodillos de la empresa Axmann.

Cilindro neumático

La acción de los pistones se origina mediante la detección de una señal proveniente de los sensores de proximidad, por un intermedio de un programador lógico controlable (PLC).

Los mismos son cilindros guiados doble de empuje de carrera corta, tiene una alta precisión y una gran rigidez de posicionamiento sin rotación hacia fuera por dos guías. Además, posee un diseño compacto y robusto garantiza una larga vida útil y un bajo mantenimiento.



Fig. 18. Pistón neumático guiado de acero inoxidable

Se seleccionan dos cilindros neumáticos de la empresa Parker, que irán en cada extremo de la cinta de 70 cm de ancho y 1,95 m de largo. En este tramo cada caja cambia la cara donde será irradiada.

Características:

- Temperatura operativa: 5 a 60°C
- Material: aleación de aluminio o acero inoxidable
- Resistente a la corrosión
- Material del pistón: aleación de aluminio o acero inoxidable
- Posee un sensor incluido

Compresores de aire

Para el accionamiento de los pistones se dispondrá de un compresor de aire de la marca Niwa modelo ANW-100.

Datos técnicos:

- Capacidad de tanque: 100 L
- Motor Eléctrico: 2.5 HP
- Salida de Aire: 1/4"
- Caudal: 188 l/min
- Revoluciones por min: 2850 rpm
- Peso: 68kg
- Voltaje: 220v
- Potencia: 1875W
- Presión máxima: 120 psi



Fig. 19. Compresor Niwa modelo ANW-100

Sensores fotoeléctricos

Los sensores fotoeléctricos son aquellos que responden al cambio en la intensidad de una luz, permitiendo la activación o desactivación de una señal en función de los valores recibidos de la misma. Detectan la presencia o ausencia de un objeto mediante luz (visible o no visible).

Se colocarán cuatro sensores, dos en cercanía a los pistones y los otros dos en cada cinta transportadora en los sectores de ingreso y salida del laberinto con el fin de hacer

un conteo de las cajas que van circulando y poder visualizar de manera rápida y fácil en el caso que suceda algún atasco.

En tal caso, se activarán los mecanismos de seguridad para que el personal pueda ingresar al recinto (con la fuente en su posición segura) y resolver el problema.

Se opta por dos sensores fotoelectricos Panasonic modelo Sunx Cx-442p.



Fig. 20. Transportadores de rodillos con sensores fotoelétricos.



Fig. 21. Sensor fotoelétrico Panasonic



Fig. 22. PLC Horner APG

Recepción y carga

Autoelevadores

Los autoelevadores se usarán especialmente para poder trasladar y/o almacenar las cajas a irradiar o irradiadas como así también los pallets, particularmente en aquellos momentos en los que la descarga de producto del camión a las cintas transportadoras

no sea inmediata. Lo mismo para la carga de producto en los camiones una vez irradiados.

El autoelevador es un equipo que trabaja caracterizándose por su versatilidad y su capacidad de movilidad.

Se opta por dos autoelevadores eléctricos de la empresa Clark modelo C25D génesis 2 de cuatro ruedas con operador sentado. Su capacidad es de 2500 kg de producto. Uno de los autoelevadores trabajará descargando parte del producto en la zona de producto no irradiado y el otro cargando producto en la zona de productos irradiados.



Fig. 23. Autoelevador modelo C25D génesis 2 de la empresa Clark.

Datos técnicos:

- Capacidad de carga: 2500 Kg.
- Eléctrico
- Elevación: 480 cm
- Torre: triple containera
- Transmisión: Automática POWERSHIFT
- Rodado: Neumático
- Tipo de empilhadeira: Minicargadora

Palets higiénicos

Se dispondrá de palets de polietileno de alta densidad de medidas 120cm x 120cm x 15cm para facilitar el paletizado de las cajas cuando sea necesario, tanto en la zona de descarga como en la carga del producto.

Color	Blanco / gris / beige
Tara (kg)	18
Cap. carga dinámica (kg)	1.200
Cap. carga estática (kg)	4.800
Cap. carga estanterías (kg)	1.000

Tabla 6. Características de palets



Fig. 24. Palets higiénicos

Sistema de programación de la producción

Para que un sistema de programación de la producción logre su objetivo debe darse la coordinación de dos actividades, la *planificación de la producción* y la *programación* propiamente.

Con la programación de la producción, se determinará el orden en que operarán los diferentes pedidos u órdenes de trabajo, cuándo se debe iniciar y terminar cada lote de producción, qué operaciones o actividades se van a ejecutar y el orden en que se llevarán, con qué máquina y con qué operarios.

La planificación de la producción se hará responsable de la determinación de los niveles de producción o capacidad utilizada para los próximos meses, trimestres o incluso el año; la correcta administración o gestión de los inventarios, de los planes de mantenimiento programado y rutinario entre otras labores tácticas.

Tanto la planificación como la programación de la producción son ámbito de acción y responsabilidades del jefe de producción de la planta, el cual estará en contacto con Gerente General y el Jefe Comercial de la empresa.

Con una buena programación de la producción se logrará:

- Que los pedidos se entreguen oportuna y adecuadamente en cantidades, tiempo y costos.
- La correcta asignación de recursos de mano de obra, maquinaria y materiales.
- Aumento de productividad, esto es, mayor producción con la misma cantidad de recursos o la misma producción con menor uso de recursos.
- Reducción de costos.
- Optimización de los tiempos.

Para llevar a cabo esta actividad, se utilizará un software de apoyo para la programación de la producción llamado *DELMIA Ortems* que optimiza la producción a corto plazo del sector industrial respondiendo a pedidos puntuales.

El sector comercial de la empresa se encargará de buscar los clientes y tomar nota de las cantidades y cortes de carne que desean irradiar. Por su parte, el Jefe de Planta irá creando el Sistema de Programación de Producción con el fin de organizar y optimizar la misma teniendo en cuenta cantidades, clientes, tipos de cortes cárnicos y de carne (ave o bovinos), dosis y tiempos de irradiación. El encargado de operación accederá al sistema al igual que los ayudantes operadores. Todo el personal de producción deberá estar informado de lo que se irradiará en cada turno.



Fig. 25. Software de planificación de la producción

Dosimetría

Dosimetría del personal

Tres son los tipos principales de dosímetros de uso más corriente. Se trata de los dosímetros termoluminiscentes, dosímetros de película y cámaras de ionización.

Se optan por dosímetros TLD los cuales aplican el principio de que algunos materiales, cuando absorben energía de la radiación ionizante, la van almacenando, de modo que puede recuperarse después en forma de luz cuando los materiales se calientan. La cantidad de luz liberada es directamente proporcional, con bastante exactitud, a la energía absorbida de la radiación ionizante y, por lo tanto, a la dosis absorbida que ha recibido el material.

La empresa proveedora del mismo será NUSIM Soluciones avanzados.



Fig. 26. Dosímetro TLD de la empresa NUSIM.

Dosimetría de producto

Uno de los dosímetros comúnmente empleados en las plantas de irradiación es el Ambar 3042. El mismo está hecho de polimetilmetacrilato sensible a la radiación (pmma) en forma de piezas ópticamente transparentes individualmente selladas en sobrecitos laminares. Se oscurecen cuando se irradian, y el oscurecimiento inducido por la radiación, medible con precisión por medio de un espectrofotómetro, es una función de la dosis de radiación absorbida.

Este dosímetro tiene un rango de dosis funcional de 1 kGy a 30 kGy, lo que lo hace ideal para procesos de irradiación a dosis bajas.

Se opta por un dosímetro de este tipo de la empresa Harwell dosimeters, cuya vida útil es de 10 años aproximadamente.



Fig. 27. Dosímetro de polimetilmetacrilato Ambar 3042 de la empresa Harwell.

Espectrofotómetro

El espectrofotómetro es utilizado para cuantificar la radiación absorbida por el dosímetro de polimetilmetacrilato y dar un valor de dosis.

Se selecciona un espectrofotómetro tipo Thermo Electron Genesys 20 de la empresa Spectronic de U.S.A.

Características:

- Es compacto, fácil de usar. Se maneja con solo 10 teclas, pantalla de cristal líquido, mensajes claros que indican condiciones de error.
- Amplio rango operativo: 325 nm A 1100 nm.
- Acepta tubos de ensayo o cubetas de 10mm.
- La vida de la lámpara es de aproximadamente 1000 horas.
- El ancho de la ranura espectral es de 8mm, sistema óptico por rejilla de difracción 1200 líneas/nm. Salida RS232C incorporada, salida centronic para impresora.
- Los accesorios que incluye son: 5 cubiertas desechables, 1 forro y 1 manual de operaciones.
- Componentes: Plástico, metal, entre otros.



Fig. 28. Espectrofotómetro tipo Thermo Electron Genesys 20 de la empresa SPECTRONIC U.S.A.

Indicadores de proceso

Los indicadores Etigam Gamma y E-beam se adhieren a etiquetas que están diseñadas para demostrar que el artículo ha sido expuesto a suficiente radiación gamma o beta. Distinguen la diferencia entre los artículos procesados y no procesados por un cambio de color del indicador. Estos indicadores se deben usar en artículos individuales para esterilizar.

Se opta por indicadores de la empresa Newera Adhesives Technology Manufacture.



Fig. 29. Indicador de proceso de la empresa Newera Adhesives Technology Manufacture.

En la etapa de recepción de producto, un ayudante operador de turno se encargará de colocar en cada caja de un indicador de proceso, y además cada media hora se colocará un dosímetro de producto en una de las cajas. Una vez cumplido el tratamiento con radiaciones ionizantes, en el sector de producto irradiado el operario de turno de esta zona se encargará de verificar el cambio de color del indicador y además colocar una etiqueta de la empresa con la identificación correspondiente (Fig. 30).



Fig. 30. Logo de la empresa Gamma Energy S.A.



CAPÍTULO 6: **SERVICIOS AUXILIARES**

Servicios Auxiliares

Agua

El agua se requiere para la piscina de almacenamiento de la fuente, emergencias para los sistemas contra incendios y para consumo general de la planta. La misma es suministrada por el parque industrial, el cual cuenta con una perforación sobre el Arroyo de la China a tercera napa (70 metros) con bomba instalada que provee agua de buena calidad y un caudal de 30 m³/hora.

Puntos de consumo

- Agua para consumo personal: para este cálculo se considera el consumo por persona por jornada presente en la Ley de Seguridad e Higiene 19587, Capítulo 6 Artículo 57. Éste es de 50 litros por persona y jornada. Considerando que el personal de la planta, para el turno más activo (mañana), está conformado por 20 personas se obtiene:

Agua consumo personal = 50 x 20 personas = 1000 litros = **1 m³/día**

Lo que es igual a **125 litros** en un turno de 8hs.

- Agua para emergencias: es necesario poseer un volumen de agua por pérdidas en la piscina (mensualmente) para mantener el blindaje biológico de la misma y para el sistema contra incendios en caso de emergencias. El volumen de agua de la piscina es de 22,2m³ y se pretende que en el tanque de agua posea una reserva de 3 veces el volumen de la piscina de almacenamiento, lo que es aproximadamente igual a **66,6 m³**. Esta cantidad de agua contempla también el uso para el sistema contra incendios.
- Agua para limpieza = **0,4m³/día**

Diagrama de consumo de agua durante un turno de trabajo

	Consumo diario de agua l/h (en cada turno)							
Puntos de consumo	Horas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Personal	125	125	125	125	125	125	125	125
Limpieza	100	100	100	100	0	0	0	0

Tabla 1. Consumo de agua en l/h

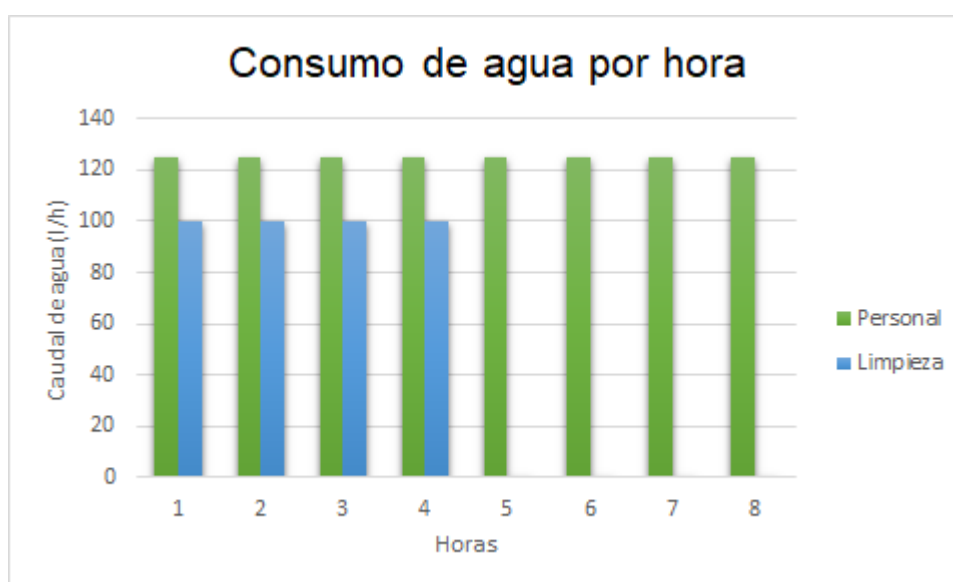


Gráfico 1. Consumo de agua por hora.

En el gráfico se puede observar que los máximos consumos de agua se dan durante las primeras 4 horas de la jornada y son de 225 litros por hora. Teniendo en cuenta esto y el volumen de agua de emergencia para la piscina de almacenamiento y el sistema contra incendios, el tanque de agua de la planta tendrá una capacidad de 70 m³. También, atendiendo las necesidades en limpieza y del personal.

El tanque tendrá forma de cilindro con un diámetro mayor a su altura de manera de no oponer resistencia al flujo del viento.

Dimensiones del tanque

Volumen: =70 m³ = 70.000 litros

Diámetro: 7 m

Altura: 1,8 m

El agua es impulsada mediante cañerías hasta tanques elevados. Desde ese tanque se realiza la distribución del líquido en la zona a servir. Teóricamente el tanque nos asegura una presión permanente del agua.

Adoptaremos una altura de la instalación de 25m con el fin de lograr una buena presión en las bocas de consumo, 2,5 kgf/cm². También teniendo en cuenta la pérdida de carga por la instalación.

La reserva para emergencias (agua de la piscina y sistema contra incendios) se asegura utilizando dos descargas a distinta altura en el tanque principal. La primer descarga corresponde al agua para consumo del personal y limpieza, y el resto asegura el constante volumen de agua para emergencias.

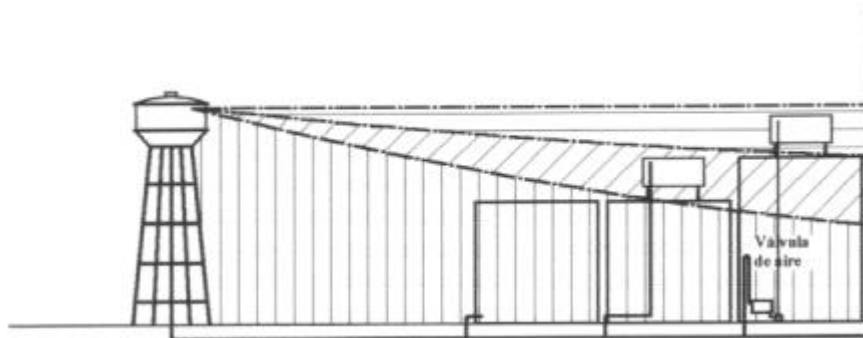


Fig. 1. Disposición del tanque de almacenamiento de agua

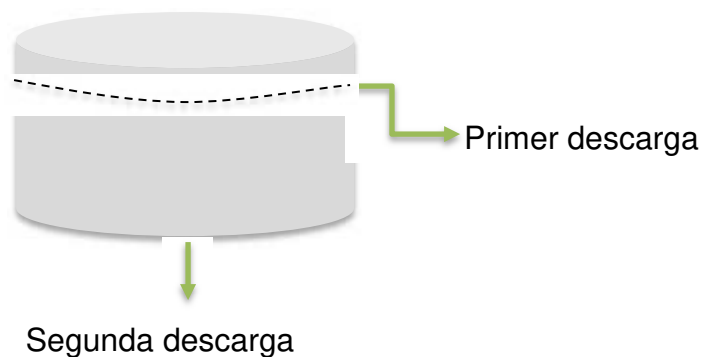


Fig. 2. Descargas en el tanque principal

Dimensionamiento de cañerías de agua

Para el dimensionamiento de las tuberías de agua se debe tener en cuenta que la velocidad admisible en cualquier punto de la canalización está comprendida en un rango de 0,5 m/s y 2 m/s. Se tomará como referencia una velocidad de 1,5 m/s.

Cañería para abastecimiento del destilador por ósmosis inversa

El caudal máximo de trabajo del equipo de osmosis inversa es de 1000l/h:

Sabiendo que:

$Q = \text{Área de la sección transversal de la tubería} \times \text{velocidad}$

$Q/v = A$

$$\begin{aligned}\frac{1 \text{ m}^3/\text{h}}{(1,5 \text{ m/s} \times 3600 \text{ s/h})} &= A \\ 1,85 \times 10^{-4} \text{ m}^2 &= A\end{aligned}$$

Con el valor del área es posible hallar el diámetro de la tubería:

$$D = \sqrt{\frac{s \times 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{1,85 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \times 4}{\pi}} = 0,0153 \text{ m} = 15,3 \text{ mm}$$

Se opta por cañería de PVC de 50mm de diámetro de la empresa Amanco Argentina.



Código	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mts.)	Tipo de Unión
901905	50	1.7	6	SR
901906	63	1.9	6	SR
901907	75	2.2	6	SR
901908	90	2.7	6	SR
901909	110	3.2	6	SR
901923	125	3.7	6	UD
901910	140	4.1	6	SR
901911	160	4.7	6	SR
901912	200	5.9	6	SR
901927	225	6.6	6	UD
901913	250	7.3	6	SR
901914	315	9.2	6	SR
901915	355	10.4	6	SR
901916	400	11.7	6	SR
901917	500	14.6	6	SR
901918	630	18.4	6	SR

Fig. 3. Descripción de tubería PVC de la empresa Amanco.

Cañería para emergencia por piscina

Teniendo en cuenta que el volumen de la piscina de almacenamiento es de 22,2 m³ y considerando un tiempo de 15 minutos para completar el mismo, el caudal necesario en caso de pérdidas es de 90 m³/h:

$$\begin{aligned}
 Q/v &= A \\
 \frac{90 \text{ m}^3/\text{h}}{(1,5 \text{ m/s} \times 3600 \text{ s/h})} &= A \\
 0,017 \text{ m}^2 &= A
 \end{aligned}$$

Con el valor del área es posible hallar el diámetro de la tubería:

$$D = \sqrt{\frac{s \times 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,017 \text{ m}^2 \times 4}{\pi}} = 0,15 \text{ m} = 150 \text{ mm}$$

Se opta por cañería de PVC de 160mm de diámetro de la empresa Amanco Argentina (mismo catálogo).

Bomba centrífuga

Para poder impulsar el agua que requiere el tanque se necesitará una bomba la cual permite una optimización del caudal de agua, es decir que logra un fluido de mayor cantidad de litros en menor tiempo. Se opta por una bomba centrífuga modelo CPM 150 con una potencia de 1HP de la empresa Sodimac.



Fig.4. Bomba centrífuga modelo CPM 150 con una potencia de 1HP

Atributo	Detalle
Caudal máximo	120 l/min
Características	Impulsor de latón, protector térmico, eje rotor montado en rodamientos y sello mecánico grafito cerámico
Marca	Pedrollo
Modelo	CPM 150
Uso	Suministro de presión a caudales de agua
Voltaje	220 V
Altura elevación máxima	29,5 m
Profundidad	28,5 cm
Material	Acero
Temperatura máxima	90°C
Fase	Monofásico
Capacidad de succión	7 m
Alimentación	Red eléctrica
Protección	IP44
Potencia	1 HP

Tabla 2. Ficha técnica bomba centrífuga modelo CPM 150

Para completar la instalación, se requiere un tanque de almacenamiento de agua de menor capacidad desde donde la bomba succionará el agua e impulsará la misma al tanque que se encuentra a 25 m de altura. Esto es necesario para que la bomba no tome agua directamente de la red del parque industrial.

Se opta por un tanque de almacenamiento de agua con una capacidad de 5000 litros de la empresa Formingplast.



Capacidad (Litros)	Díámetro (mm)	Alto (mm)
Vertical de 2000	Ø1060	2720
Vertical de 2000	Ø1250	2070
Vertical de 2000	Ø1730	1370
Vertical de 2200	Ø1060	2970
Vertical de 2500	Ø1250	2502
Vertical de 2500	Ø1060	3295
Vertical de 3000	Ø1730	1740
Vertical de 3500	Ø1410	2610
Vertical de 4000	Ø1730	2124
Vertical de 5000	Ø1730	2555

Fig. 5. Tanque de almacenamiento de agua auxiliar

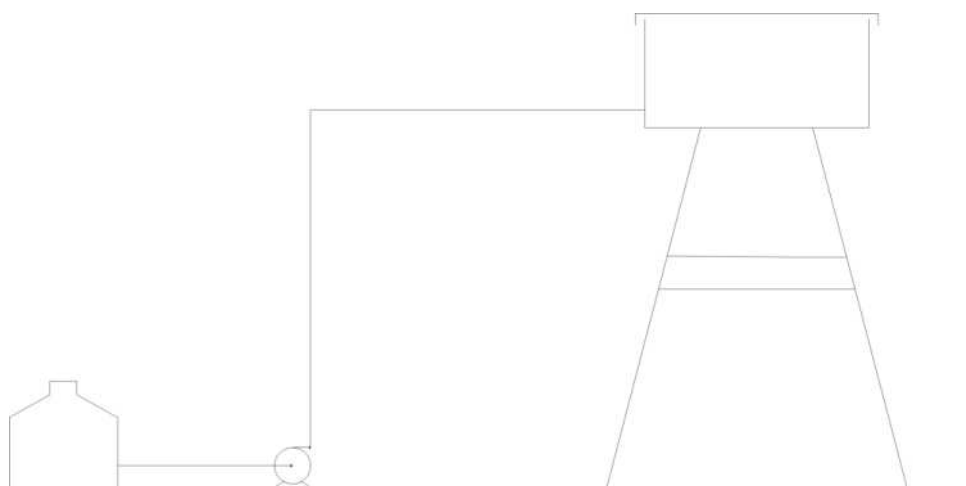


Fig. 6. Disposición de tanques y bomba centrífuga

Protección contra incendios

Para este apartado, la normativa vigente indica lo siguiente:

- Debe disponerse de medios apropiados para proteger la integridad de la fuente ante eventos de incendios. El diseño de la instalación debe ser tal que, el daño por fuego de cualquier componente no inhiba a la fuente de pasar a posición de almacenamiento seguro.
- Se debe disponer de sensores de humo y de calor con alarmas audibles y visibles.

Éstos deben estar ubicados en la entrada de los conductos de extracción de aire conectados a una alarma por señal acústica y luminosa ubicada en la consola. El sistema de posicionamiento de productos y el de ventilación deben detenerse automáticamente ante la actuación de cualquiera de estos dispositivos.

- En el recinto de irradiación debe disponerse de un sistema o medios apropiados de extinción de fuego. En el caso de usar rociadores debe poderse controlar la posible inundación que se cause. En caso de usar otros sistemas, debe evitarse el uso de sustancias que puedan ser corrosivas y que podrían afectar adversamente la integridad de la fuente.

Sistema de detección de incendios

El objeto de estos sistemas es la detección temprana de incendios, es decir cuando se evidencian condiciones anormales en el predio a supervisar con partículas de humo, aumento de temperatura, presencia de gases o llamas. Estos sistemas detectan la anomalía y activan anunciadores acústicos y lumínicos, pudiendo también activar o desactivar a la vez: motores, artefactos, ascensores, etc. El área de aplicación es todo predio cerrado o abierto, debiendo definirse para cada caso el tipo de detectores que se debe utilizar, pudiendo emplearse combinaciones de distintos tipos de detectores supervisados por un mismo sistema. Estos sistemas avisan localmente el estado de alarma y de fallas en la instalación o de algún dispositivo de los supervisados (detectores, sirenas, avisadores manuales, etc) teniendo facilidades para enviar esta información a lugares remotos por líneas telefónicas.

Los detectores se colocarán uno por cada entrada de los conductos de extracción de aire. El modelo seleccionado es el DHFK4 de la empresa Starlight.



Fig. 7. Detector fotoeléctrico Starlight DHFK4.

Características:

- Fotoeléctrico de 4 hilos
- Gran adaptabilidad a distintas circunstancias.
- Alta estabilidad
- Amplio rango de voltaje de operación 9-35V CC
- Led indicador de funcionamiento
- Salida para indicador remoto
- Coraza de metal que evita interferencia electromagnética

PRODUCT CATEGORY	2wire	4wire
OPERATING VOLTAGE	DC 9V~35V	
STANDBY CURRENT	55uA	500uA(relay N.O.) 12mA(relay N.C.)
ALARM CURRENT	35mA@DC12V 60mA@DC 24V	18mA(relay N.O.) 10mA(relay N.C.)
ALARM INDICATION	RED LED ON	
TEMPERATURE RANGE	-10 °C ~ +50 °C	
HUMIDITY	0%~95 % RH(NO CONDENSATION)	
ALARM OUTPUT	REMOTE LED	RELAY OUTPUT
CONTACT RATING	N/A	0.5A@DC28V
SENSITIVITY	0.5dB/m(± 0.1dB/m)	
STANDARD	EN54-7/UL268	
DIMENSION	103 mm diameter*53mm deep	

Tabla 3. Especificaciones técnicas del detector Starlight DHFK4.

Sistema de rociadores

Se opta por un sistema de tubería húmeda. Este tipo de sistema es uno de los más fáciles de diseñar e instalar y el más sencillo de mantener. El sistema contiene agua a presión en la red de tuberías en todo momento y utiliza rociadores automáticos. Cuando ocurre un fuego que produce una suficiente cantidad de calor para activar uno o más rociadores el agua se descarga inmediatamente desde los mismos.

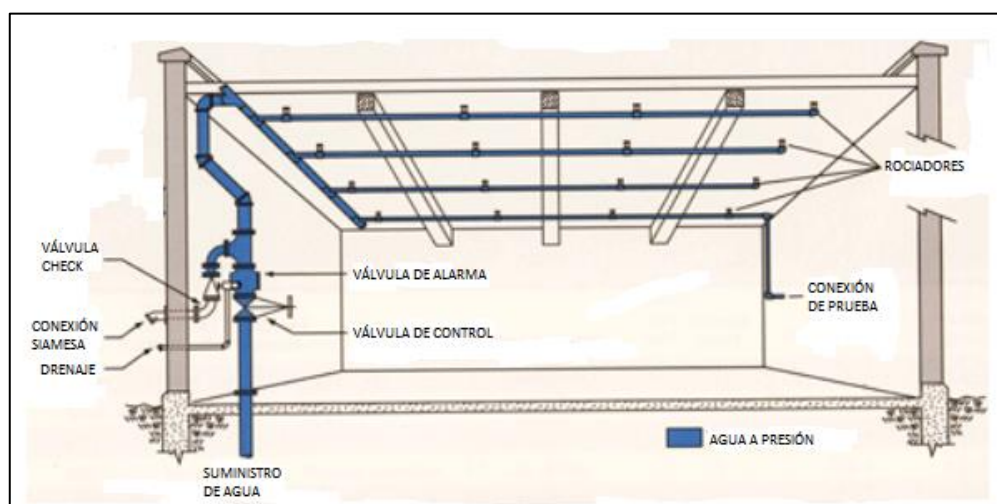


Fig. 8. Componentes básicos de un sistema de rociadores de tubería húmeda.

Los rociadores distribuyen el agua de forma más o menos circular y según búsqueda bibliográfica los mismos se disponen al menos uno cada 9 m² ya que de esta forma se garantiza la densidad de descarga mínima para un funcionamiento efectivo del sistema.

Teniendo en cuenta que la superficie de la sala de irradiación es de 23 m² aproximadamente. Se opta por tres rociadores automáticos de la empresa Melisam extintores.



Fig. 9. Rociadores automáticos Reliable Serie F1 de la empresa Melisam extintores

Además, se opta por una válvula de retención de alarma de 75 mm de diámetro de la empresa Melisam extintores que formará parte de esta instalación.



Fig. 10. Válvulas de retención de alarma con E3 Trim de la empresa Melisam Extintores.

Cañerías

Se opta por tubería de acero inoxidable de 3 pulgadas (diámetro interior para schedule standard) de la empresa Wheatlandtube. Se pueden observar sus características en el siguiente catálogo:

CUADRO DE DATOS TÉCNICOS

NPS	DI NOM	PESO / PIE LBS.	PESO / PIE LLENA DE H ₂ O	PARTES / ELEV.	PESO / ELEV. 21'	PESO / ELEV. 24'	PESO / ELEV. 25'
1¼	1.530	1.108	1.904	61	1419	1622	1690
1½	1.740	1.556	2.586	61	1993	2278	2373
2	2.215	1.961	3.631	37	1524	1741	1814
2½	2.707	2.504	4.998	30	1578	1803	1878
3	3.316	3.349	7.090	19	1336	1527	1591
4	4.316	4.331	10.669	19	1728	1975	2057
6	6.395	8.000	21.900	10	1680	1920	2000

ESPECIFICACIONES

NPS	DE NOM	DI NOM			UL CRR*		MEGA-FLOW	
		Mega-Flow	Cédula 10	Cédula 40	Mega-Flow	Cédula 40	Peso nom./pies	Partes/ Elev.
1¼	1.660	1.530	1.442	1.380	1.80	1.00	1.108	61
1½	1.900	1.740	1.682	1.610	2.64	1.00	1.556	61
2	2.375	2.215	2.157	2.067	2.14	1.00	1.961	37
2½	2.875	2.707	2.635	2.469	1.43	1.00	2.504	30
3	3.500	3.316	3.260	3.068	1.34	1.00	3.349	19
4	4.500	4.316	4.260	4.026	1.00	1.00	4.331	19
6	6.625	6.395	6.357	6.065	.75	1.00	8.000	10

Fig. 11. Datos técnicos de tubería acero 3 pulgadas.

Hidrantes

Este sistema de lucha contra incendios se basa en la proyección de agua. Su uso principal se centra en extinguir el fuego ya desarrollado, por lo cual deben poder estar en funcionamiento por un periodo extendido en el tiempo. El fundamento principal de su uso radica en que el agua al tomar contacto con el fuego se evapora, quitando calor del medio, disminuyendo la temperatura del incendio y de a poco ir extinguiéndolo.

Este sistema es estático, es por ello que deben tenerse en cuenta una serie de criterios a la hora de su instalación.

- Las bocas de lucha contra incendios deben estar ubicadas a menos de 20m de los posibles focos de incendios;
- Las mangueras deben contar con una longitud mínima de 20m, siendo recomendable contar con 30m;
- Debe comprobarse el correcto funcionamiento del sistema mediante cronograma de mantenimiento preventivo, para asegurar el correcto funcionamiento cuando sea necesario.

El objeto de los sistemas hidrantes es disponer de una infraestructura con reserva, bombas, y cañerías permanentemente presurizadas con agua que sean capaces de alimentar la cantidad de bocas de extinción de incendios necesarias y suficientes como para poder atacar eficazmente un foco de ignición en cualquier parte del predio protegido.

El suministro de agua para el sistema hidrante provendrá del tanque de la planta cuya capacidad es de 70000 litros. Esto permite contar con un buen suministro de agua que posibilita el uso por un lapso extendido de tiempo.

Se colocarán dos hidrantes, uno en el ingreso al laberinto y otro en la zona externa de la planta (cercano a la playa de recepción de camiones).

Cañerías

Teniendo en cuenta que en los sistemas hidratantes se utilizan diámetros de 4 pulgadas, aproximadamente, se opta por cañería de aluminio de 110mm de diámetro de la empresa wheatlandtube. Sus características técnicas se observan en la siguiente tabla:

CUADRO DE DATOS TÉCNICOS

NPS	DI NOM	PESO/PIE LBS.	PESO/PIE LLENA DE H ₂ O	PARTES/ELEV.	PESO/ELEV. 21'	PESO/ELEV. 24'	PESO/ELEV. 25'
1¼	1.530	1.108	1.904	61	1419	1622	1690
1½	1.740	1.556	2.586	61	1993	2278	2373
2	2.215	1.961	3.631	37	1524	1741	1814
2½	2.707	2.504	4.998	30	1578	1803	1878
3	3.316	3.349	7.090	19	1336	1527	1591
4	4.316	4.331	10.669	19	1728	1975	2057
6	6.395	8.000	21.900	10	1680	1920	2000

ESPECIFICACIONES

NPS	DE NOM	DI NOM			UL CRR*		MEGA-FLOW	
		Mega-Flow	Cédula 10	Cédula 40	Mega-Flow	Cédula 40	Peso nom./pies	Partes/Elev.
1¼	1.660	1.530	1.442	1.380	1.80	1.00	1.108	61
1½	1.900	1.740	1.682	1.610	2.64	1.00	1.556	61
2	2.375	2.215	2.157	2.067	2.14	1.00	1.961	37
2½	2.875	2.707	2.635	2.469	1.43	1.00	2.504	30
3	3.500	3.316	3.260	3.068	1.34	1.00	3.349	19
4	4.500	4.316	4.260	4.026	1.00	1.00	4.331	19
6	6.625	6.395	6.357	6.065	.75	1.00	8.000	10

Fig. 12. Datos técnicos de tubería acero 4 pulgadas.

Mangueras contra incendios

Se opta por una manguera modelo RYLJET de la empresa Melisam Extintores. La misma cumple con normas nacionales IRAM 3548. Para gabinetes contra incendio. Una manguera liviana, flexible, compacta. Construida con tejidos sintéticos 100% poliéster, sin costuras ni uniones. Interior revestido de elastómero. No se degrada.

Diametro: 1 1/2".

Longitud: 30 metros.



Fig. 14. Manguera contra incendios de la empresa Melisam Extintores.

Lanza para manguera contra incendios

Se opta por una lanza sin boquilla de diámetro 1 1/2" para que coincida con la manguera contra incendio. La misma es de la empresa Melisam Extintores.

Se acopla al extremo de la manguera, tiene la función principal de dirigir y aumentar la velocidad del flujo del agua. Fabricada bajo norma IRAM 3508. Construida en bronce con cuerpo de cobre, con junta de acrílico-nitrilo.



Fig. 15. Lanza para manguera contra incendios de la empresa Melisam Extintores

Boquilla

Para finalizar con los accesorios de la manguera contra incendios se selecciona una boquilla de la empresa Melisam Extintores modelo chorro pleno con un diámetro 1 1/2". Construida totalmente en bronce. Fabricada bajo norma IRAM 3508. Junta de goma de acrílico-nitrilo.



Fig. 16. Boquilla chorro pleno de la empresa Melisam Extintores.

Además, se opta por boquillas que liberen una llovizna de agua permanente para algunos sectores donde es importante bajar la temperatura, pero cuidando los elementos de daños mayores. Se selecciona boquilla de la empresa Melisam

Extintores modelo chorro niebla Ø 1 1/2". Construida totalmente en bronce. Fabricada bajo norma IRAM 3508. Junta de goma de acrílico-nitrilo.



Fig. 17. Boquilla chorro niebla de la empresa Melisam Extintores

Motobomba para Incendios

Es un dispositivo especialmente diseñada para su empleo en sistemas de extinción de incendios, que proporciona la presión de agua necesaria cuando cae por debajo de un valor preseleccionado.

Se opta por un motobomba portátil de la empresa VallFirest.



PESO Y DIMENSIONES

Longitud	14.0"	36 cm
Ancho	11.0"	28 cm
Altura	16.0"	41 cm
Peso	20.2 lbs	9.16 kg
Succión	1.5" NPSH	38 mm
Descarga	1.5" NPSH	38 mm

MOTOR

Honda GHX50	4 tiempos; 50 cc; 2,5* HP a 7000 rpm	
Embrague		
Capacidad del tanque combustible	0.81 qt. US	0.77 L
Capacidad de aceite	.26 qt. US	0.25 L

* La potencia neta de salida es 2,1 HP @ 7000 RPM. Por la fabricación en serie del motor este valor puede variar

Fig. 13. Motobomba ultraliviana de alto rendimiento Wick 100-4H de la empresa VallFirest.

Matafuegos

Se instalará un matafuego de 5kg tipo ABC cada 200m² de edificación, procurando que la máxima distancia que se deba recorrer para alcanzar uno sea de 10m. Se requieren 9 matafuegos. Se opta por matafuegos de la empresa Georgia.



Fig. 18. Matafuego de 5kg de la empresa Georgia.

CAPACIDAD NOMINAL	5 kg	ALTURA	480 mm	TIEMPO DE DESCARGA	12 seg
PESO CON CARGA	8,5 kg	ANCHO	225 mm	NORMA IRAM	3523
AGENTE EXTINTOR	Polvo Químico ABC 60	POTENCIAL EXTINTOR	6A 40B:C	TIPO DE FUEGO	A B C
PROFUNDIDAD	155 mm	ALCANCE	5 – 6 mts		

Tabla 4. Ficha técnica matafuego de la empresa Georgia.

Acondicionamiento de aire

La radiación gamma promueve la formación de gas ozono en el aire procedente del bunker de irradiación. Debido a que el gas ozono es un gas irritante en concentraciones determinadas ($>0,1$ ppm), es necesario expulsarlo al ambiente mediante el uso de forzadores o extractores de aire, previo al ingreso del personal a la sala de irradiación.

La normativa vigente indica lo siguiente:

- El diseño debe disponer de medios para proteger al personal de la exposición al ozono u otros gases nocivos generados por la irradiación.
- El sistema debe reducir la concentración de Ozono tal que no sea mayor a $0,1$ ppm.
- Cuando se utilicen sistemas de aire forzado, el flujo de aire debe ser monitoreado continuamente de modo que la falla del sistema haga que la fuente vuelva

automáticamente a posición de completo blindaje y se detenga el sistema de posicionamiento de productos.

- Se debe proveer de un mecanismo de retardo para prevenir el acceso de personal al recinto, antes que haya transcurrido el tiempo prefijado luego del término de la irradiación.

- El acceso al recinto de irradiación debe ser efectuado luego de haber transcurrido el tiempo necesario para que la concentración de ozono se haya reducido por debajo de **0,1 ppm.**

Para el resto de la planta también es necesario renovar el aire del interior sustituyéndolo por aire nuevo proveniente del exterior para evitar el enrarecimiento del mismo, eliminando el calor, polvo, olores, etc. Si no se lleva a cabo una renovación del aire, la respiración de los obreros del lugar se hará de manera dificultosa y molesta, se tendrán elevadas temperaturas y en general se observará un obstáculo para las normales actividades. A su vez, no deben desestimarse problemas de salud acarreados por la mala calidad del aire en el ambiente de trabajo.

Es por ello que deben tenerse en cuenta factores como dimensiones del local, número de personas, equipos utilizados, condiciones ambientales, etc, para determinar las renovaciones de aire que nunca deben ser menores a 6. Las renovaciones propuestas para las distintas áreas son:

- Planta en general: de 6 a 10 renovaciones por hora
- Almacenes: 6 renovaciones por hora
- Oficinas: de 6 a 15 renovaciones por hora
- Zona de irradiación: 30 renovaciones por hora.

Para calcular el flujo volumétrico de aire se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = N \times V$$

Q: Flujo volumétrico de aire m³/h

N: N° de renovaciones de aire por hora

V: Volumen del local m³

A continuación, se calcularán los requerimientos de renovación de aire de la distintas áreas:

Área	Volumen (m3)	Nº de Renovaciones (h-1)	Flujo de aire (m3/h)
Planta en general	576	6	3456
Salas	132	6	792
Oficinas	255	6	1530
Zona de irradiación	278	30	8340

Tabla 5. Flujos y renovaciones de aire de los distintos ambientes

Forzadores

Según los cálculos realizados se seleccionarán para las Salas, Oficinas y Planta en general los siguientes extractores eólicos de la empresa ECO AIR & AUXTRAL.

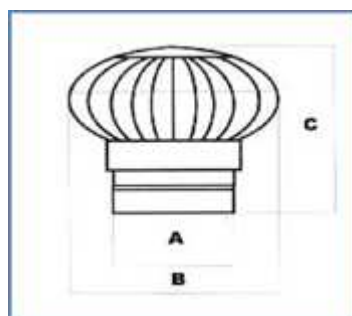


Fig. 19. Extractores ECO AIR & AUXTRAL

Los extractores de aire eólicos industriales utilizan la energía generada por el viento para ventilar diferentes recintos. Se trata de dispositivos que cuentan con una excelente relación costo-beneficio, con una inversión inicial relativamente baja (comparada con otros sistemas). El no consumo de energía, sumado a la no generación de ruidos nos ofrece una solución ecológica a los problemas de hacinamiento en lugares mal ventilados y expuestos al sol, logrando un bienestar para las personas que allí habitan o desarrollan sus tareas, evacuando correctamente olores y calor. Colaboran también con la conservación de mercaderías estibadas y el buen funcionamiento de maquinarias.

Modelo del Extractor	Velocidad del viento						
	5km/h.	10km/h.	15km/h.	20km/h.	25km/h.	30km/h.	35km/h.
ECO 30	3.699	6.550	9.150	11.598	13.941	16.201	18.396
ECO 24	2.749	4.868	6.800	8.620	10.360	12.041	13.672
ECO 16	1.063	2.389	3.965	5.026	6.041	7.021	7.973
ECO 12	1.093	1.936	2.704	3.428	No aplicable	No aplicable	No aplicable
ECO 8	637	1.129	1.577	1.999	No aplicable	No aplicable	No aplicable
ECO 6	434	770	1.075	1.363	No aplicable	No aplicable	No aplicable
ECO 5	341	604	844	1.070	No aplicable	No aplicable	No aplicable
ECO 4	253	449	627	795	No aplicable	No aplicable	No aplicable

Tabla 6. Rendimientos aproximados en m³/h

Modelo	Diam. A	Diam. B	C	Kg.
	mm			
ECO 4	95	340	370	1,5
ECO 5	120	340	370	1,5
ECO 6	147	340	370	1,5
ECO 7	205	370	370	1,5
ECO 12	300	570	620	4
ECO 16	400	650	620	6
ECO 24	600	980	740	8
ECO 30	762	1080	740	10

Tabla 7. Características de los modelos de extractores

En base a lo expuesto se seleccionarán:

- Para la zona de Planta en general: 5 extractores modelo ECO 30
- Para la zona de Oficinas: 2 extractores modelo ECO 30

Extractores zona de irradiación

Los extractores eólicos no son recomendables para la zona de irradiación ya que dependen del viento que haya en el exterior.

Estos extractores son máquinas *rotativas, robustas y versátiles*, que mueven aire y diversos gases en múltiples aplicaciones industriales. Los extractores centrífugos son fabricados con álabes curvados hacia atrás y tienen un rotor con los álabes inclinados en sentido contrario al de rotación. Son instalados generalmente en el techo y pueden extraer aire limpio o viciado con bajas y altas concentraciones de partículas (viruta, aserrín), grasitud, humo, polvillo, etc. habiendo diferentes alternativas y cada una de ellas para un trabajo específico. Los extractores centrífugos se fabrican con distintas posiciones (vista del lado del motor), dependiendo hacia donde sea conveniente que expulse.

En caso de que la necesidad sea instalar extractores centrífugos equipados con motor antiexplosivo es importante que la turbina sea de aluminio (no de hierro) ya que la turbina de hierro podría llegar a rozar con el caracol, hacer chispa y producir la explosión. Es tan importante que la turbina sea de aluminio como el motor antiexplosivo, porque en última instancia el motor no tiene contacto con lo que se está extrayendo, pero la turbina si.

Teniendo en cuenta que dentro de la zona de irradiación se tiene un flujo de aire de 142 m³/min se selecciona un extractor centrifugo modelo SBT50028 de la empresa Atenas Ventilación.



Fig. 20. Extractor centrifugo SBT50028.

Características:

- Entrada: 500 mm.
- Salida: 351 mm. x 456 mm.
- Caudal: 145 m³ x minuto.
- Presión: 200 mm. col. agua.
- Motor: Trifásico SKF.
- Potencia: 5 1/2 hp, 2800 rpm.
- Garantía: 2 AÑOS.

Refrigeración

La refrigeración se utiliza para mantener una región o un espacio a una temperatura inferior a la del ambiente.

La refrigeración adecuada requiere una *temperatura controlada, apropiada circulación de aire, control de la humedad y cierto control de la composición del aire*. La circulación de aire por toda la cámara se requiere para enfriar la carne y mantener una temperatura uniforme en el almacén, controlando al mismo tiempo el crecimiento de mohos.

El control de la humedad es importante para evitar pérdidas de humedad del producto, especialmente cuando el aire circula de manera rápida, para evitar que se produzca una excesiva condensación en los serpentines refrigerantes y para retardar o lentificar el crecimiento fúngico si el ambiente es demasiado húmedo. En general, suele adoptarse un sistema de compromiso entre los extremos de permitir altas humedades para evitar la deshidratación superficial del producto, pero lo suficientemente bajas como para impedir el desarrollo fúngico.

Se requiere no solo controlar la composición del aire por su temperatura y humedad sino también por la calidad del mismo, aportando un aire fresco sin olores y gases indeseables.

En el caso de nuestra planta, usaremos refrigeración para mantener el producto a 4°C desde su ingreso hasta la salida, excepto dentro del laberinto que por razones de seguridad no es recomendable colocar equipos de frío. Igualmente, la carne refrigerada solo estará unos minutos dentro del mismo por lo que no perderá su cadena de frío.

Características de diseño de una cámara

Las cámaras de refrigeración se fabrican en base a paneles de poliuretano de alta densidad (40kg/m³ y 90% de celda cerrada). Laminas pintor calibre 26 con espesor de 1,5 in, 2 in, 2,5 in, 3 in, 4 in, 5 in, 6 in (dependiendo del producto, la temperatura de la cámara y la zona frigorífica).

El piso de la cámara puede ser en base a panel, poliestireno expandido o en placas con fibra asfáltica.

Las puertas deben ser abatibles, corredizas, over head, y de guillotina de cualquier tamaño en refrigeración o congelación. Los materiales son: lámina pintada, galvanizada, acero inoxidable y madera.

Algunos accesorios que se requieren son:

- Sistemas eléctrico para puertas
- Unidades condensadoras y evaporadores
- Molduras
- Cortinas de aire
- Sellos de contacto
- Plataformas móviles
- Tableros de control electrónicos
- Gráficos de temperatura



Fig. 20. Cámara frigorífica.

Para el diseño de una cámara es necesario calcular la carga de refrigeración necesaria. Antes de abordar el cálculo, es necesario conocer las distintas fuentes que transforman energía en calor.

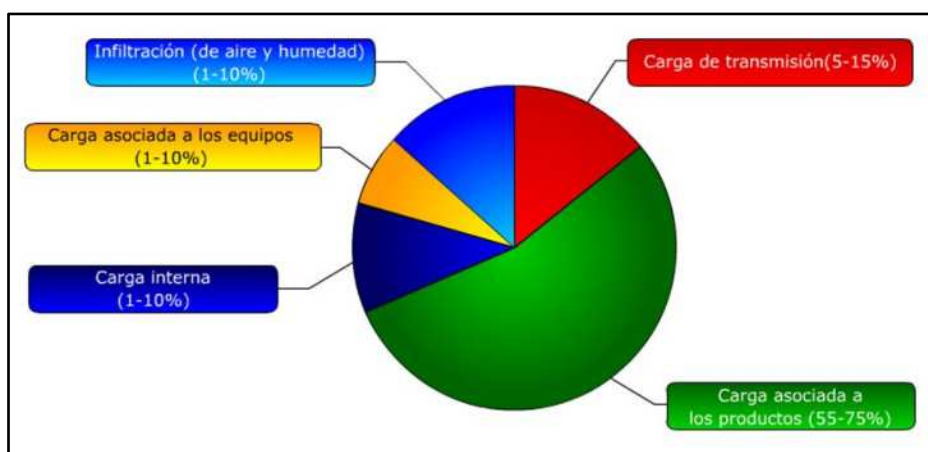


Fig. 21. Fuentes que generan calor en el interior de una cámara.

Cálculo de cámara de refrigeración

Consideraciones:

- La cámara se dividirá en tres zonas: I, II y III, con el fin de instalar los equipos de frío con una potencia menor y poder utilizarlos de manera independiente. Además, esto permite un desgaste de los equipos con mayor uniformidad.
- Para la carga de enfriamiento se tendrá en cuenta el doble de la capacidad de planta, redondeando su valor en 6000 kg/h, por lo que se dividirá el mismo entre las tres zonas. Quedando 2000 kg/h en cada sector. Con el fin de considerar no sólo el enfriamiento del producto en su recorrido hasta ingresar en el laberinto sino también poder descargar producto y dejarlos en la cámara hasta ser irradiados.
- La carne se recibe en cajas de cartón de 25 kg aproximadamente con una temperatura de 4°C. Se mantendrá la temperatura de cámara en 3,5°C aproximadamente, quedando un ΔT producto de 0,5°C.
- Se considera una temperatura externa de 30°C y una temperatura interna de 3,5°C. $\Delta T = 26,5^\circ\text{C}$.
- Materiales de construcción de la cámara:
 - ♦ 10 cm de poliuretano expandido.

- ♦ 5 cm de chapa galvanizada.

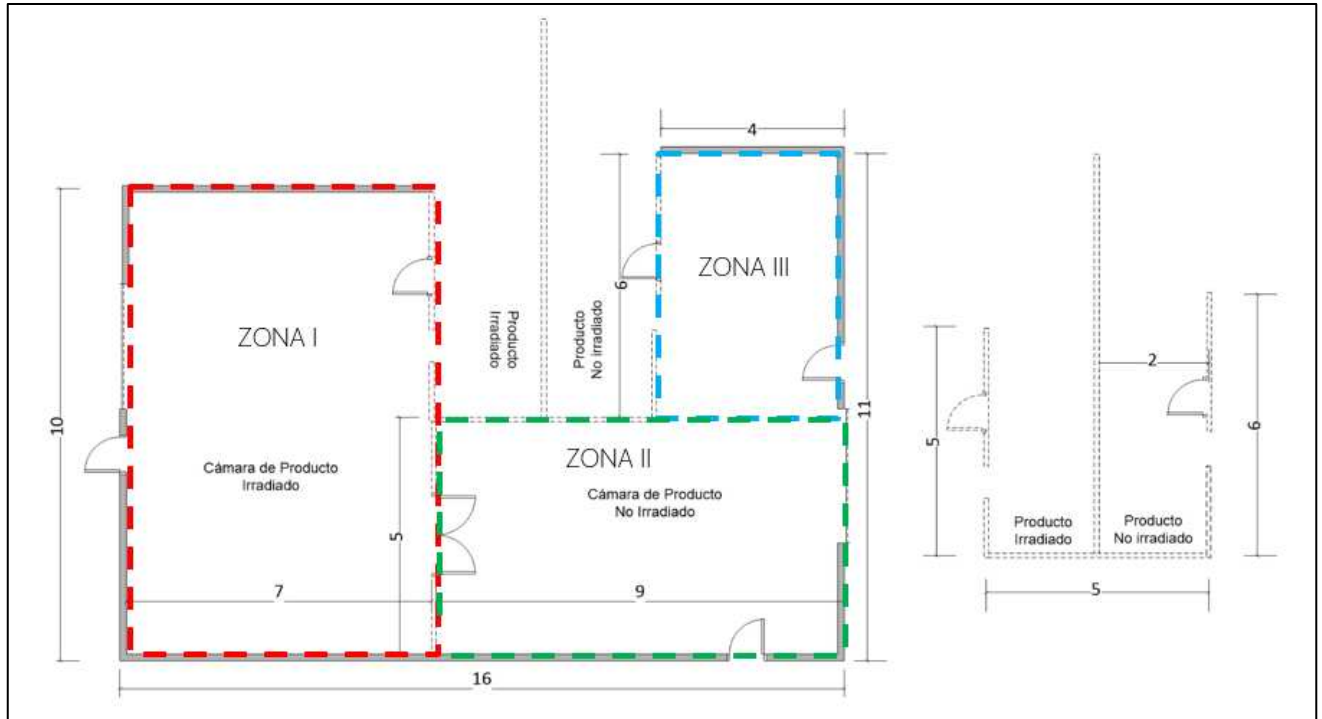


Fig. 22. Zonas de la cámara de refrigeración.

Para el cálculo de la carga de enfriamiento total, se tuvieron en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$C_{\text{enfriamiento}} = Q_{\text{construcción}} + Q_{\text{producto}} + Q_{\text{eléctrico}} + Q_{\text{personas}} + Q_{\text{aire}}$$

1) $Q_{\text{construcción}}$

$$Q_{\text{construcción}} = Q_{\text{paredes}} + Q_{\text{techo}}$$

$$Q_{\text{paredes}} = U \times \text{Área}_{\text{paredes}} \times \Delta T$$

$$Q_{\text{techo}} = U \times \text{Área}_{\text{paredes}} \times \Delta T$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \sum \left(\frac{\text{espesor}}{k} + \frac{1}{C} \right) + \frac{1}{h_e}}$$

2) Q_{producto}

$$Q_{\text{producto}} = (Q_{\text{enfriamiento}} + Q_{\text{congelación}} + Q_{\text{subenfriamiento}}) \times \left(\frac{24 \text{ h}}{\text{día}}\right)$$

$$Q_{\text{producto}} = m_{\text{carne}} \times C_p_{\text{cortes de carne}} \times (T_{\text{externa}} - T_{\text{interna}})$$

3) $Q_{\text{eléctrico}}$

$$Q_{\text{eléctrico}} = (Q_{\text{iluminación}} + Q_{\text{motores}}) \times \left(\frac{24 \text{ h}}{\text{día}}\right)$$

$$Q_{\text{iluminación}} = 3,42 \times \text{Potencia de iluminación}$$

$$Q_{\text{motores}} = \text{Potencia motor} \times f_{\text{motores eléctricos}}$$

4) Q_{aire}

$$Q_{\text{aire}} = Q_{\text{aire forzado}} + Q_{\text{infiltraciones de aire}}$$

$$Q_{\text{aire forzado}} = Q_{\text{aire}} \times \delta_{\text{aire}} \times \Delta h \times \left(\frac{24 \text{ h}}{\text{día}}\right)$$

$$Q_{\text{infiltraciones de aire}} = V_{\text{cámara}} \times N_{\text{renovaciones}} \times f$$

5) Q_{personas}

$$Q_{\text{personas}} = (N_{\text{personas}} \times f) \times \left(\frac{24 \text{ h}}{\text{día}}\right)$$

Capacidad del compresor:

$$C = \frac{\text{Carga de enfriamiento total}}{\text{Tiempo de funcionamiento del compresor}}$$

Generalmente, el tiempo de funcionamiento del compresor se considera entre 16 y 20hs.

CÁMARA DE REFRIGERACIÓN			
Dimensiones de la cámara Zona I	Frente	7	m
	Fondo	10	m
	Alto	3	m

Volumen	210	m ³
---------	-----	----------------

Horas de enfriamiento por día	24	h/día
-------------------------------	----	-------

	T°C	Área (m ²)	ΔT
Datos térmicos	Cámara	3,5	
	Pared Izquierda	30	30
	Pared Derecha	30	30
	Pared Frente	30	21
	Pared Fondo	30	21
	Techo	30	70

Materiales para la construcción	<i>Paredes</i>			
		Espesor (m)	K (kcal/h m °C)	e/K
	Chapa galvanizada a ambos lados	0,005	0,9	0,006
	Poliuretano Expandido	0,1	0,018	5,556
	<i>Techo</i>			
		Espesor (m)	K (kcal/h m °C)	e/K
	Chapa galvanizada a ambos lados	0,005	0,9	0,006
	Poliuretano Expandido	0,1	0,018	5,556

Equipos	Ventiladores axiales	3	motores
	Potencia	2,00	HP
	Calor disipado por motores	3000	BTU/h W
	Trabajo de compresores	16	h/día
	Tubos fluorescentes	10	

	Potencia	40	W	
	Tiempo encendidas	8	h	
	Calor disipado por luces	3,42	BTU/h W	
Características de la carne	kg/caja	25	80 cajas/h	2000kg/h
	Capacidad de la cámara	1920	cajas/día	
	Capacidad de la cámara kg	48000	kg/día	
	T inicial de la carne	4	°C	
	T final de la carne	3,5	°C	
	Cp cortes de carne	0,8	Kcal/kg °C	
Características del envase secundario	Cajas/día	1920		
	Kg de cada caja	1,5	kg	
	T inicial	4	°C	
	T final	3,5	°C	
	Cp cartón	0,4	Kcal/kg °C	
Condiciones del aire	T inicial	25,0	°C	
	H relativa del aire	90,0	%	
	T final	-1,0	°C	
	H relativa del aire final	85,0	%	
	H absoluta inicial	0,0096	kg as ag/kg	
	H absoluta final	0,0036	kg as ag/kg	
	Vol aire húmedo	210,0	m³	
	Vol específico	0,9	m³ as ah/kg	
	Masa de aire seco	271,2	kg as	
	Entalpía ah inicial	11,8	kcal/kg	
	Entalpía ah final	1,9	kcal/kg	

	Entalpía de condensación	595,4	kcal/kg
	Equivalencia Kcal/BTU	0,3	
	Volumen aire húmedo final	0,8	m ³ ah/kg as

Cargas de enfriamiento	Carga térmica de la carne	19200	kcal/día
	Calor a extraer de la carne	800,00	kcal/h
	Carga térmica del cartón	576	kcal/día
	Calor a extraer del cartón	24	kcal/h
	Carga térmica por iluminación	413,85	kcal/h
	Carga térmica de los motores	4537,8	kcal/día
	Pérdidas por paredes y techo		
	e/k pared	5,56	
	e/k techo	5,56	
	Q pared izquierda	142,96	kcal/h
	Q pared derecha	142,96	kcal/h
	Q frente	100,07	kcal/h
	Q fondo	100,07	kcal/h
	Q techo	333,57	kcal/h
	Carga térmica debido a pérdidas	819,62	kcal/h
	Carga térmica del aire	2691,25	kcal
	Calor a extraer del aire	168,20	kcal/h
	Carga térmica de la humedad del aire	1550,36	kcal
	Calor de condensación del agua del aire	96,90	kcal/h
	Factor de seguridad	10	%
	Total de calor a extraer	6860	kcal/h

Trabajo de compresión	20	h/día
1 kcal/h	0,00158	CV
	0,001163	kW
Potencia de Compresión	10,82	CV
	8,0	kW
	10,68	HP

Para la zona II y III es el mismo procedimiento, sólo varían las dimensiones de la cámara. Por lo tanto:

- Potencia en ZONA I: 10,68 HP
- Potencia en ZONA II: 10,25 HP
- Potencia en ZONA III: 9,73 HP

Selección de equipos para la cámara de refrigeración

Fluido refrigerante

El refrigerante es el fluido que actúa como agente de enfriamiento, el cual alternativamente se vaporiza y se condensa absorbiendo y cediendo calor, respectivamente

Sus características son:

- *Calor latente de vaporización (λ) (kJ/kg)*: Debe ser, a la temperatura del recinto frío, lo más elevado posible para que una pequeña parte de fluido absorba gran cantidad de calor.
- *Volumen específico (v) (m^3/kg)*: Debe ser lo más bajo posible, reduciendo el tamaño de la instalación.
- *Bajo costo*
- *No debe ser corrosivo*
- *No debe ser tóxico*
- *Bajo impacto ambiental*

Los HFC (hidrofluorocarburos) son refrigerantes que no poseen cloro en su molécula por lo que no tienen actualmente ninguna limitación para su uso, debido a su nulo efecto sobre la capa de ozono. Son conocidos con el nombre de "refrigerantes verdes".

USO O SERVICIO	CFC/HCFC (prohibido)	HFC (sustituto)
Refrigeración Comercial y Doméstica	R-12 (CFC)	R-134A, R-409, R-401A, R-401B
Refrigeración y Congelación Comercial y Doméstica	R-22 (HCFC)	R-407C
Transporte Refrigerado	R-500 (CFC)	R-401B
Cámaras de Enfriamiento Vitrinas de Súper Mercados Aplicaciones Industriales Transporte refrigerado	R-502 (CFC)	R-404A, R-408, R-402A

Tabla 8. Refrigerantes hidrofluorocarburos en reemplazo a los clorofluorocarburo.

Se opta por el refrigerante **R-407C** el cual es una mezcla de gases refrigerantes HFC no azeotrópica, con cero agotamiento a la capa de ozono, utilizada en equipos nuevos de climatización y aire acondicionado. También es un sustituto indirecto en equipos de R-22 de temperaturas positivas y medias. El R-407 C es un refrigerante similar al R-22 en cuanto a presiones de trabajo, capacidad y eficiencia energética para temperaturas positivas y medias de evaporación. Precisa el vaciado del aceite original (mineral o alquilbencénico) y su sustitución por un aceite sintético POE¹. El R-407C tiene un deslizamiento de temperatura muy elevado por lo que se recomienda en caso de fuga en la línea de baja presión (vapor), no recargar ya que la mezcla presente en el sistema estará muy descompuesta y el equipo no trabajaría satisfactoriamente. La composición de la fase vapor remanente en los envases se habrá desviado de las especificaciones del producto.

PROPIEDADES FÍSICAS	UNIDADES	R-407C
Punto molecular	(g/mol)	86.2
Temperatura ebullición (a 1,013 bar)	(°C)	-43.5
Temperatura crítica	(°C)	86.74
Deslizamiento temperatura de ebullición (a 1,013 bar)	(K)	7,2
Presión crítica	(bar abs)	46,2
Densidad crítica	(Kg/m³)	527
Densidad del líquido (25°C)	(Kg/m³)	1134
Densidad del líquido (-25°C)	(Kg/m³)	1325
Densidad del vapor saturado (a 1,013 bar)	(Kg/m³)	4.6
Presión del vapor (25°C)	(bar abs)	11,74
Presión del vapor (-25°C)	(bar abs)	2,23
Calor de vaporización a punto de ebullición	(KJ/Kg)	245
Calor específico del líquido (25°C) (1,013 bar)	(KJ/kg K)	1.54
Calor específico del vapor (25°C) (1,013 bar)	(KJ/Kg K)	0.83
Conductibilidad térmica del líquido (25°C)	(W/mK)	0.082
Conductibilidad térmica del vapor (1 atm.)	(W/mK)	0.0131
Solubilidad con el agua	(ppm)	despreciable
Límite de inflamabilidad en aire a 1 atm.	(% vol)	Ninguna
Toxicidad (AEL)	(ppm)	1000
ODP	-	0
PCA (GWP)	-	1774*

Tabla 9. Propiedades físicas del refrigerante R407C

Unidad condensadora

Una unidad condensadora es el equipo que se encarga de comprimir y de condensar el gas refrigerante que proviene de una unidad evaporadora y que utiliza el agua como medio de condensación.

Está constituida por un compresor, un condensador y válvula de expansión, entre otros accesorios.

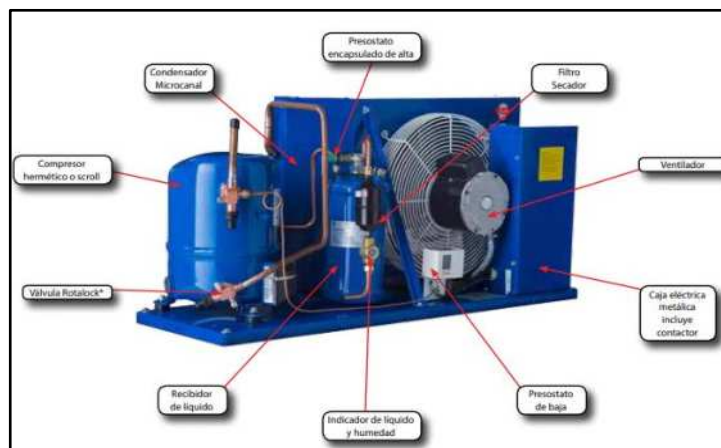


Fig.23. Unidad condensadora de la marca Danfoss

Se opta por dos unidades condensadoras modelo OP-HGZ100D de la marca Danfoss de 5HP cada una (para cada zona de la cámara) de la empresa Refrigeración Omar SRL. La adopción de dos unidades de 5HP cada una, en lugar de una de 10HP se debe a que en el caso de tener algún problema en una unidad condensadora la otra pueda seguir funcionando y la cámara no quede sin cumplir su función.

Modelo	Condensador			Ventilador Ø (mm)	Recibidor de líquido (l)	Consumo de la unidad (Btu/h) a temp. evaporación		Dimensiones (mm)						Weight (kg)	
	Tipo	Flujo de aire (m ³ /h)	Volumen interno (l)			-10°C	5°C	Dib.	Alto A (mm)	Profundidad P (mm)	Largo L (mm)	Línea succión	Línea líquido	Bruto	Neto
OP-HJZ018D	D8	2400	0.4	1x355	3	1900	2250	D32= 1A D40= 1B	463	310	1000	1/2"	3/8"	D32= 64 D40= 80	D32= 55 D40= 71
OP-HJZ022D	D8	2400	0.4	1x355	3	2100	2700	D32= 1A D40= 1B	463	310	1000	1/2" 5/8" (N)	3/8"	D32= 64 D40= 80	D32= 55 D40= 71
OP-HJZ028D	G8	4800	0.5	1x457	6	3250	3900	D32= 1A D40= 1B	538	420	1150	1/2" 5/8" (N)	1/2"	D32= 83 D40= 107	D32= 71 D40= 95
OP-HJZ036D	G8	4800	0.5	1x457	8	3850	5000	D32= 1A D40= 1B	538	420	1150	5/8"	1/2"	D32= 85 D40= 109	D32= 73 D40= 97
OP-HJZ040D	J8	6300	1.3	1x457	8	4150	5350	D32= 1A D40= 1B	688	420	1150	5/8"	1/2"	D32= 93 D40= 120	D32= 80 D40= 107
OP-HJZ050D	J8	6300	1.3	1x457	8	4850	5900	D32= 1A D40= 1B	688	420	1150	7/8"	1/2"	D32= 104 D40= 134	D32= 91 D40= 121
OP-HGZ064D	N8	8800	1.6	2x457	10	6850	8350	D32= 2A D40= 2B	715	800	1200	7/8"	1/2"	D32= 140 D40= 182	D32= 125 D40= 167
OP-HGZ080D	N8	8800	1.6	2x457	14	8800	11100	D32= 2A D40= 2B	715	800	1200	1 1/8"	5/8"	D32= 143 D40= 185	D32= 128 D40= 170
OP-HGZ100D	N8	8800	1.6	2x457	14	9800	12150	D32= 2A D40= 2B	715	800	1200	1 1/8"	5/8"	D32= 159 D40= 201	D32= 144 D40= 186
OP-HGZ125D	Q8	13,980	2.5	2x550	14	12150	15100	D32= 2A D40= 2B	971	800	1500	1 1/8"	5/8"	D32= 243 D40= 302	D32= 225 D40= 284

Tabla 10. Características técnicas de la unidad condensadora marca Danfoss.

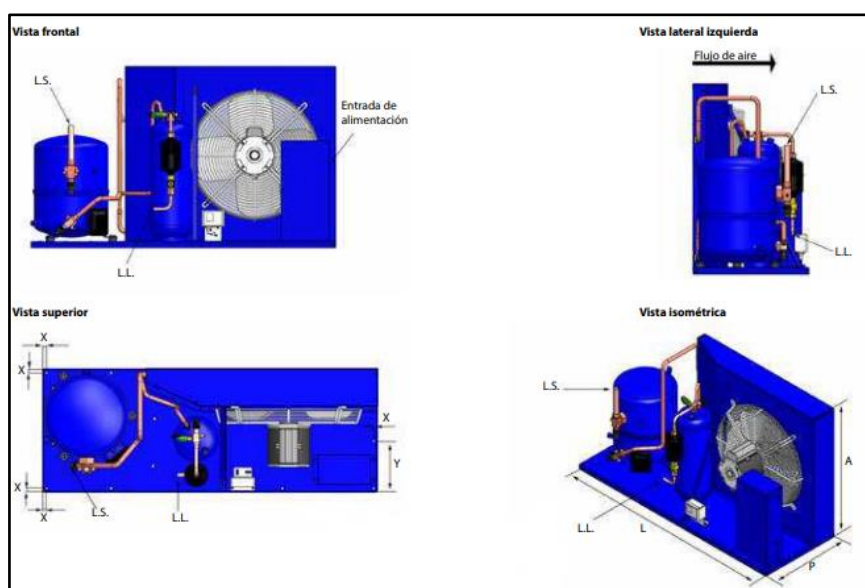


Fig. 23. Dimensiones de la unidad condensadora.

Evaporadores

El refrigerante entra al evaporador donde absorbe calor del espacio refrigerado, evaporándose y reduciendo la temperatura del local, con intercambio fluido refrigerante-aire.

Se opta por dos evaporadores cúbicos comerciales de mediana temperatura modelo E80CM-235 con una potencia de 5HP cada una de la empresa Ansal Refrigeración S.A.

CAPACIDADES							
POTENCIA FRIGORIFICA							
[KCAL/H] TE -10°C DT 8°C	[KCAL/H] TE -8°C DT 8°C	[KCAL/H] TE -5°C DT 8°C	[KCAL/H] TE 0°C DT 8°C	[KCAL/H] TE -10°C DT 10°C	[KCAL/H] TE -8°C DT 10°C	[KCAL/H] TE -5°C DT 10°C	[KCAL/H] TE 0°C DT 10°C
6890	6960	7099	7238	8839	8909	9048	9257

DATOS ELECTRICOS		
CANTIDAD DE VENTILADORES	[MM]	2X350
TENSION	[V - Hz]	220-50
POTENCIA (POR UNIDAD)	[W]	130
INTENSIDAD (POR UNIDAD)	[A]	0.65
R.P.M.	[MIN]	1400
VOLUMEN DE AIRE (POR UNIDAD)	[M3/H]	2500
FLECHA AIRE	[M]	10
RESISTENCIAS DESCONGELAMIENTO PANEL	[W]	3000
RESISTENCIAS DESCONGELAMIENTO BANDEJA	[W]	1000

Tabla 11. Características del evaporador cúbico de mediana temperatura

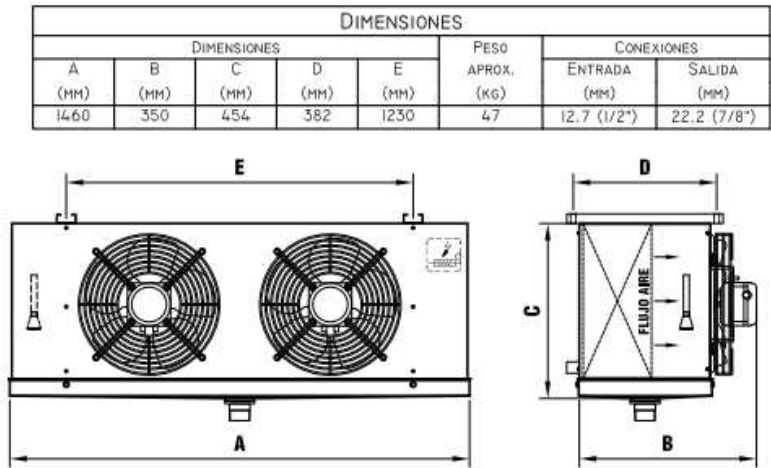


Fig. 24. Dimensiones del evaporador cúbico de mediana temperatura.

Tuberías

El equipo frigorífico básico está formado por un evaporador, compresor, condensador y válvula de expansión. Estos dispositivos están conectados a través de tuberías para que el refrigerante pueda circular.

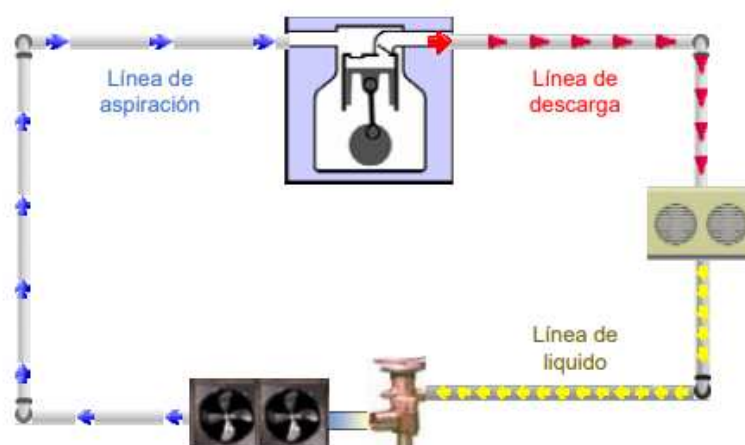


Fig. 25. Tuberías del refrigerante.

Debido al tipo de refrigerante a utilizar en la línea de frío, el R 407 C, se opta por tuberías de cobre.

El cobre desoxidado con alto fósforo residual es el normalmente utilizado en la fabricación de tubos para uso en refrigeración. La tubería de cobre se utiliza en la industria de la refrigeración y se especifica según su diámetro exterior y se identifica como tubería ACR, lo que significa que está dedicada para uso en trabajos de aire acondicionado y refrigeración y que ha sido fabricada y procesada especialmente para este fin.

La tubería ACR es presurizada con gas nitrógeno por el fabricante para sellar el metal contra el aire, la humedad y la suciedad, y también para minimizar los perjudiciales óxidos que normalmente se forman durante la soldadura.

Teniendo en cuenta los equipos seleccionados anteriormente se opta por tuberías de cobre con las siguientes características:

DIÁMETRO NOMINAL [INCH]	DIÁMETRO EXTERIOR [mm]	DIÁMETRO INTERIOR [mm]	ESPESOR [mm]	PESO [Kg/m]
1/4	6,35	4,35	1	0,15
3/8	9,52	7,52	1	0,24
1/2	12,7	10,7	1	0,325
5/8	15,87	13,87	1	0,41
3/4	19,05	17,05	1	0,51
7/8	22,23	19,95	1,14	0,585
1	25,4	23,12	1,14	0,685
1 1/8	28,57	25,27	1,65	1,23
1 3/8	34,92	31,62	1,65	1,52
1 5/8	41,27	37,61	1,83	2
2 1/8	53,97	49,76	2,1	3
2 5/8	66,67	61,85	2,41	4,28
3 1/8	79,37	73,83	2,77	5,85

Tabla 12. Características de las tuberías de cobre.

- ❖ En la succión: 1" ½.
- ❖ En la descarga: 5/8.

A continuación, se muestran valores útiles que hacen referencia al recorrido del fluido refrigerante a lo largo de una tubería de cobre y su correcto funcionamiento:

		V (m/s)
Velocidad del refrigerante R407C	Aspiración	8 a 15
	Descarga	15 a 25
	Líquido	0,5 a 1,25
Velocidad para asegurar circulación de aceite	Para líneas de aspiración horizontales	2,54
	Para líneas de aspiración verticales	5,08
	Para impedir golpes de ariete	1,54
		Hf (Bar)
Pérdida de carga tolerable	Aspiración (-10°C a 10°C)	0,14
	Descarga	0,15
	Líquido	0,35

Tabla 13. Valores tomados de bibliografía sobre R407C en tuberías de cobre.

Controlador

En las cámaras frigoríficas existe una gran cantidad de operaciones y parámetros (Temperatura, puesta en marcha, humedad, etc) que se regulan de manera automática, ya que su control manual es difícil y en tal caso sería necesario personal

altamente calificado. Por tal motivo, se decide optar por un controlador Full Gauge modelo 512Ri para cada zona de la cámara.

Estos dispositivos es un controlador e indicador de temperatura, con un timer cíclico conjugado. Controla la refrigeración y deshielos por parada de compresor.



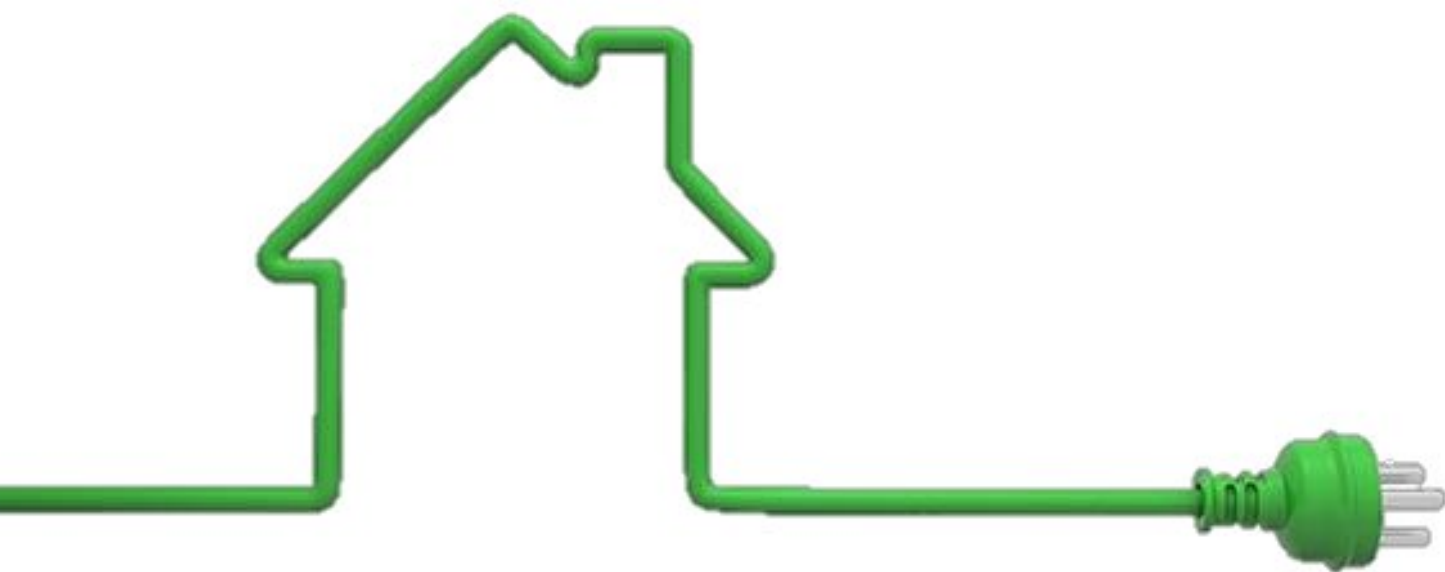
Fig. 26. Controlador Full Gauge.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
- Alimentación:	MT512Ri → 115 ó 230 Vac ± 10% (50/60 Hz) MT512RiL → 12 ó 24 Vac/dc
- Temperatura de control:	-50 hasta 105°C (-58 hasta 221°F)
- Corriente máxima por salida:	NA → 16(8)A/250Vac 1HP NC → 8A/250Vac
- Dimensiones:	71 x 28 x 71 mm
- Temperatura de operación:	0 hasta 50 °C / 32 hasta 122°F
- Humedad de operación:	10 hasta 90% HR (sin condensación)
CLASIFICACIÓN ACORDANDO LA NORMA IEC 60730-2-9:	
- Límite de la temperatura de la superficie de la instalación:	50°C / 122°F
- Tipo de construcción:	Regulador electrónico incorporado
- Acción automática:	Tipo 1
- Control de la contaminación:	Nivel 2
- Voltaje del impulso:	1,5kV
- Temperatura para la prueba de la presión de esfera:	75°C y 125°C / 167°F y 257°F
- Insulation:	Class II

Tabla 14. Características técnicas de controlador Full Gauge modelo 512Ri.

Referencias

¹Aceites sintéticos POE: son aceites sintéticos de base poliol éster (POE) para compresores de aire acondicionado y refrigeración.



CAPÍTULO 7: **INSTALACIONES ELÉCTRICA**

Instalaciones eléctricas

Introducción

La energía eléctrica se produce en la central generadora a una tensión que no suele sobrepasar los 25kV. En la subestación elevadora se eleva a tensión de transporte (380kV, 220kV o 132kV) para la línea que transporta la energía a alta tensión hasta la estación reductora, que distribuye la tensión para líneas de segunda o tercera categoría. La línea de distribución lleva la energía a centros de gran consumo o a centros de transformación que disminuyen la tensión a 380V y, con las líneas de distribución en baja tensión, se suministra energía a los abonados.

El servicio eléctrico en el Parque Industrial de Concepción del Uruguay es abastecido por la empresa ENERSA S.A.

En la planta la energía será distribuida en forma radial ya que este modo de distribución presenta mayores ventajas que el sistema bus. Algunas de las ventajas son: sencillez de diseño, economía de instalación, clara distribución de corriente que permite la rápida localización de averías, etc.

Se colocará un tablero principal que gobernará toda la energía de la planta. La corrección del factor de potencia ($\cos \phi$) se realizará de forma automática con un banco capacitivo a nivel de éste para obtener un valor de 0,92.

Luego la distribución en cada sección se realizará mediante tableros seccionales. En los tableros se colocarán las llaves principales de maniobra, las protecciones y los instrumentos de medida en el caso de ser necesarios. En los tableros, los circuitos se bifurcan y ordenan convenientemente.

Los tableros, clasificados desde el punto de vista de su operación son:

- Tablero general: opera toda la instalación.
- Tablero seccional: opera circuitos.
- Tablero subseccional o de servicio: opera solo una parte del circuito.

Diagrama de distribución de energía

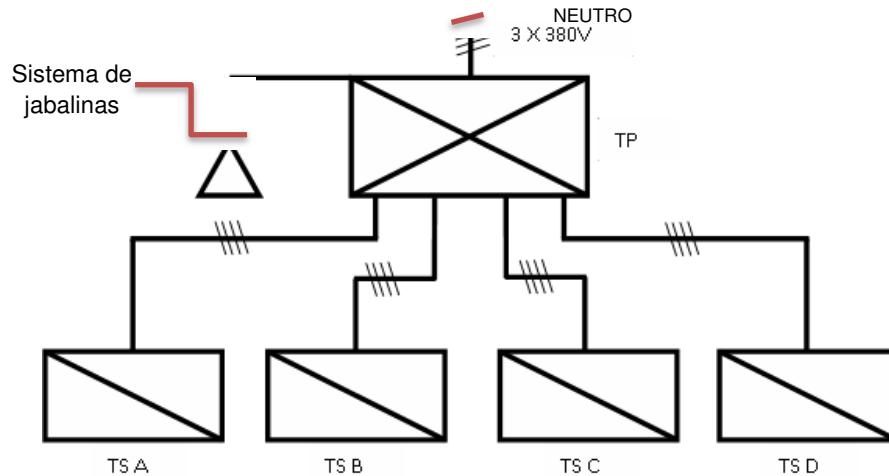


Fig. 1. Distribución de energía en la planta.

Tablero Seccional A: Sala de mantenimiento y tratamiento de agua.

Tablero Seccional B: Sala de servicios auxiliares.

Tablero Seccional C: Sala de control, vestuarios, sector de cámaras, iluminación externa.

Tablero Seccional D: Zona de administración, comedor.

Para calcular la potencia eléctrica de cada tablero y poder determinar la sección de los conductores, se debe convertir la potencia mecánica de chapa de cada motor en su equivalente eléctrico.

La potencia eléctrica (PE) que consume cada motor, se calcula a partir de la potencia mecánica (PM) y el rendimiento del motor (η). En general los motores tienen un rendimiento (η) del orden del 85%.

El rendimiento relaciona las potencias de entrada y de salida según:

$$\eta = \frac{\text{Potencia de salida}}{\text{Potencia de entrada}} = \frac{P_M}{P_E} \Rightarrow P_E = \frac{P_M}{\eta}$$

Para el motor del extractor centrifugo correspondiente a la sala de irradiación:

- PM=5,5 Hp; $\eta=85\%$; 1Hp = 0,746 kW

$$P_E = \frac{5,5 \text{ Hp}}{0,85} * \frac{0,746 \text{ kW}}{1 \text{ Hp}} = 4,83 \text{ kW} \Rightarrow 4827 \text{ W}$$

A continuación, se presenta una tabla con todos los motores utilizados en la planta y la indicación de su ubicación en los tableros seccionales.

Función del motor	Ubicación	TS	PM (HP)	PE (kW)
Aparejo elevador de fuente	A1	A	-	0,450
Osmosis Inversa	A2	A	-	2,500
Motor sistema de transporte 1	A3	A	0,5	0,439
Motor sistema de transporte 2	A4	A	0,5	0,439
Extractor centrífugo	A5	A	5,5	4,827
Compresor de aire	A6	A	2,5	1,875
Bomba centrífuga	A7	A	1	0,878
Unidad Condensadora Zona I	B1	B	5	4,388
Unidad Condensadora Zona I	B2	B	5	4,388
Unidad Condensadora Zona II	B3	B	5	4,388
Unidad Condensadora Zona II	B4	B	5	4,388
Unidad Condensadora Zona III	B5	B	5	4,388
Unidad Condensadora Zona III	B6	B	5	4,388
Evaporador cámara Zona I	B7	B	5	4,388
Evaporador cámara Zona I	B8	B	5	4,388
Evaporador cámara Zona II	B9	B	5	4,388
Evaporador cámara Zona II	B10	B	5	4,388
Evaporador cámara Zona III	B11	B	5	4,388
Evaporador cámara Zona III	B12	B	5	4,388

Tabla 1. Potencia y ubicación de motores.

En cuanto a los requerimientos de arranque, para motores con una potencia mayor a los 5-6 Hp, se usan sistemas de arranque de tensión reducida, y se actúa sobre el bobinado estatórico. Uno de los sistemas más utilizados es el sistema de arranque estrella-triángulo, en los casos que el bobinado estatórico esté diseñado en triángulo y por lo tanto con una resistencia de aislación mayor que si estuviera diseñado para funcionar en estrella. Esto es así según las siguientes relaciones:

- Conexión en triángulo:

$$V_{línea} = V_{fase}$$

- Conexión en estrella:

$$V_{línea} = \sqrt{3} \times V_{fase}$$

Al reducir la tensión a la que están sometidos los bobinados estatóricos, se logra que la corriente de arranque sea del orden de 3 veces la corriente nominal:

$$I_{arranque} \cong 3 \times I_{nominal}$$

En cuanto al factor de potencia ($\cos \phi$) de los motores, se considera que es de 0,85.

Ubicación	PM (HP)	PE (kW)	Tipo de arranque	Tensión (V)	$\cos \phi$
A1	-	0,450	Directo	380	0,85
A2	-	2,500	Directo	380	0,85
A3	0,5	0,439	Directo	380	0,85
A4	0,5	0,439	Directo	380	0,85
A5	5,5	4,827	Estrella triángulo	380	0,85
A6	2,5	1,875	Directo	380	0,85
A7	1	0,878	Directo	380	0,85
B1	5	4,388	Estrella triángulo	380	0,85

B2	5	4,388	Estrella triángulo	-	380	0,85
B3	5	4,388	Estrella triángulo	-	380	0,85
B4	5	4,388	Estrella triángulo	-	380	0,85
B5	5	4,388	Estrella triángulo	-	380	0,85
B6	5	4,388	Estrella triángulo	-	380	0,85
B7	5	4,388	Estrella triángulo	-	380	0,85
B8	5	4,388	Estrella triángulo	-	380	0,85
B9	5	4,388	Estrella triángulo	-	380	0,85
B10	5	4,388	Estrella triángulo	-	380	0,85
B11	5	4,388	Estrella triángulo	-	380	0,85
B12	5	4,388	Estrella triángulo	-	380	0,85

Tabla 2. Características de los motores.

Distribución de líneas de energía

El cálculo eléctrico de una línea consiste en determinar la sección del conductor de forma que satisfaga unas determinadas series de condiciones. Por ello se consideran dos criterios:

- **Criterio térmico:** la densidad de corriente en el conductor debe ser limitada para disminuir el calentamiento producido al circular la corriente eléctrica. Este criterio fija la cantidad de corriente que circula por el conductor.
- **Criterio de la caída de tensión en el conductor:** la caída de tensión se limita para evitar el efecto que la disminución de la tensión de utilización tiene sobre el funcionamiento de los receptores, los cuales deben estar conectados a la tensión nominal para su correcto funcionamiento.

Para determinar la sección de cada una de las líneas de distribución y acometidas desde los tableros hasta los equipos en la planta, se utiliza el criterio térmico y luego se verifica el criterio de caída de tensión, por tratarse de líneas cortas (longitud < 200m), en estos casos se desprecia la inductancia del conductor y se lo considera puramente resistivo. El criterio térmico consiste en dimensionar la sección teniendo en cuenta la corriente máxima que tolera y que cuando se mantiene de forma permanente, el conductor no supera los 70°C, cuando la temperatura ambiente no es mayor a 40°C o la que especifica la tabla del fabricante.

Además, se debe considerar un coeficiente de utilización, que refleja la diferencia entre la potencia nominal y la potencia útil o entregada.

Se adoptará un coeficiente de utilización (K_u) de 0,8. Según su definición el coeficiente de utilización es:

$$K_u = \frac{\text{Potencia útil}}{\text{Potencia nominal}}$$

Para el dimensionamiento de la línea también se debe considerar un coeficiente de reserva de energía (K_R), para éste se adoptará un valor de 25% de la potencia nominal.

$$K_R = 1,25 \times P_n$$

La caída de tensión absoluta (ΔU), se calcula según:

$$\Delta U = V_{entrada} - V_{carga}$$

Donde:

$V_{entrada}$: tensión a la entrada del circuito

V_{carga} : tensión sobre la carga.

También se puede calcular a partir de:

$$\Delta U = \frac{k * P * l}{\sigma * s * V}$$

Donde:

k= Factor que tiene en cuenta el carácter inductivo de la línea. Para líneas cortas k=1.

P= Potencia de la carga (W).

l= Longitud de la acometida (m).

σ = Conductividad específica del material con el cual está construido el conductor. En este caso: $\sigma_{cobre} = 56 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$.

s= Sección del conductor (mm²).

V= Voltaje a la entrada (V).

Caída de tensión porcentual

$$\delta\% = \frac{\Delta U_L}{V} \times 100$$

Para calcular la caída de tensión, se distribuye la caída de tensión porcentual (δ), en función de la carga y de la cantidad de corriente que debe soportar cada sección. La caída de tensión desde el origen de la instalación, considerando todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente, debe ser inferior al 3% para alumbrado y al 5% para fuerza motriz según lo indica la norma para instalaciones eléctricas.

- $\delta_{\text{máx}} = 3\%$ para iluminación.
- $\delta_{\text{máx}} = 5\%$ para fuerza motriz.

La caída de tensión porcentual se distribuye en función de la intensidad de corriente que circula por cada acometida, asignando valores mayores de la misma en los tramos más comprometidos. Es así que se estima un δ igual a 2% en la zona desde el transformador hasta el tablero principal, 1,5% desde el tablero principal hasta los tableros seccionales de fuerza motriz y un 1,5% para la acometida desde el tablero seccional hasta el motor. En el caso del tablero de iluminación, se utiliza un 0,5% desde el tablero principal hasta el seccional y 0,5% desde el tablero hasta los artefactos de iluminación.

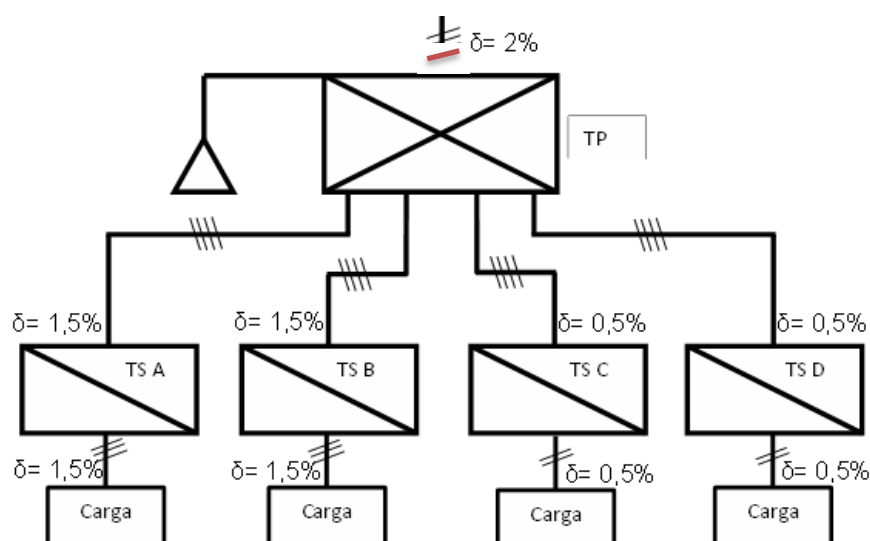


Fig. 2. Distribución de la caída de tensión porcentual admisible.

Se calcula la caída de tensión absoluta a partir de la caída de tensión porcentual mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta U = \frac{\delta \times V}{100}$$

Cálculo de la acometida de un motor

Por criterio térmico

Como cálculo ejemplo se considerará la acometida del motor A5 (Extractor centrífugo), por ser ésta la que transporta mayor intensidad de corriente.

Potencia eléctrica del motor A5: 4,827 kW => 4827 W

Voltaje: 380V

$K_u = 0,8$

$K_R = 1,25$

$\cos \varphi = 0,85$

$$P_{servicio} = K_u \times K_R \times P_{instalada}$$

$$P_{servicio} = 0,8 \times 1,25 \times 4827 \text{ W} = 4827 \text{ W}$$

$$P_{servicio} = \sqrt{3} \times V_{fase} \times I_{servicio} \times \cos$$

$$I_{servicio} = \frac{P_{servicio}}{\sqrt{3} \times V_{fase} \times \cos \varphi}$$

$$I_{servicio} = \frac{4827 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380 \text{ V} \times 0,85} \Rightarrow I_{servicio} = 8,63 \text{ A}$$

Tabla para la selección de conductores de cobre tripolares

TPR ECOPLUS
Instalaciones Móviles

Baja Tensión
300 / 500V
H03VV-F / H05VV-F

Normas de referencia: IRAM NM 247-5

Descripción:

- Conductor: Metal: Cobre electrolítico recocido.
- Flexibilidad: clase 5; según IRAM NM-280 e IEC 60228.
- Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.
- Aislante: PVC ecológico tipo D.
- Colores de aislamiento:
 - Bipolares: Marrón / Celeste
 - Tripolares: Marrón / Celeste / Verde-Amarillo
 - Tetrapolares: Negro / Marrón / Celeste / Verde-Amarillo
 - Multipolares: identificación por números pintados.
- Envoltura: PVC ecológico tipo STS, de color negro o amarillo.
- Marccción: PRYSMIAN TPR - IND. ARG. - 300/500V - Nro. * Sección IRAM NM 247-53 CS - RIN 288391/8.
- Normativas: IRAM NM 247-5 u otras bajo pedido.
- Tensión nominal de servicio: 300V (hasta 1 mm²) y 500 V para secciones superiores.
- ENSAYOS
 - Ensayos eléctricos: De tensión en c.a. durante 5 minutos: 1500V en los cables de hasta 0,6mm de espesor de aislamiento y de 2000V en los cables de más de 0,6mm.
 - Ensayos de fuego: No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1.
- Certificaciones: Todos los cables de Prysmian están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2008 certificadas por la SGS.



Fig. 3. Conductores de cobre tripolar

TPR ECOPLUS

Instalaciones Móviles

Baja Tensión
300 / 500V

H03VV-F / H05VV-F

Características técnicas (IRAM)

Formación	Diámetro máximo de alambres del conductor	Espesor nominal de aislación	Espesor nominal de la envoltura	Diámetro exterior aproximado	Peso aproximado	Intensidad admisible (1)	Resistencia eléctrica máxima a 20°C y C.C.
Nº x mm²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	A	Ohm/km
2x1	0,21	0,6	0,8	6,7	62	7	19,5
2x1,5	0,26	0,7	0,8	7,7	83	10	13,3
2x2,5	0,26	0,8	1,0	9,4	127	16	7,98
2x4	0,31	0,8	1,1	10,6	173	22	4,95
2x6	0,31	0,8	1,3	12,4	245	30	3,30
2x10	0,41	1,0	1,5	15,5	396	45	1,91
3x1	0,21	0,6	0,8	7,1	74	7	19,5
3x1,5	0,26	0,7	0,9	8,4	103	10	13,3
3x2,5	0,26	0,8	1,1	10,2	159	16	7,98
3x4	0,31	0,8	1,2	11,5	218	22	4,95
3x6	0,31	0,8	1,4	13,7	328	30	3,30
3x10	0,41	1,0	1,5	16,8	520	40	1,91
4x1	0,21	0,6	0,9	8,0	93	7	19,5
4x1,5	0,26	0,7	1,0	9,3	130	10	13,3
4x2,5	0,26	0,8	1,1	11,1	194	16	7,98
4x4	0,31	0,8	1,3	12,7	274	22	4,95
4x6	0,31	0,8	1,4	14,8	399	30	3,30
4x10	0,41	1,0	1,6	18,5	647	40	1,91
5x1,5	0,26	0,7	1,1	10,4	159	10	13,3
5x2,5	0,26	0,8	1,2	12,5	240	16	7,98

Nota:

(1) Válida para temperatura ambiente de 40° C.

Fig. 4. Conductores de cobre

Se selecciona un conductor de cobre tripolar: 3 x 2,5 mm² de la marca PRYSMIAN. I admisible = 16A.

La elección de un cable de 2,5 mm² de sección en lugar de 1,5 mm² se debe a resguardar la vida útil del conductor y la posibilidad de cambio de equipos que requieran una mayor potencia.

Verificación de la sección del conductor por el criterio de la caída de tensión

$$\Delta U = \frac{k * P * l}{\sigma * s * V}$$

$$\Delta U_{L\text{ real}} = \frac{1 \times 4827 \text{ W} \times 14 \text{ m}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \text{ mm}^2} \times 2,5 \text{ mm}^2 \times 380 \text{ V}} \Rightarrow \Delta U_{L\text{ real}} = 2,117 \text{ V}$$

$$\% \delta = \frac{\Delta U_{L\text{ real}} \times 100}{V} \Rightarrow \% \delta = \frac{2,117 \text{ V} \times 100}{380 \text{ V}} \Rightarrow \% \delta = 0,56 \%$$

Cómo la caída de tensión porcentual real es menor que la teórica, se satisface el segundo criterio.

A continuación, se presenta una tabla resumen con las secciones normalizadas de las acometidas de todos los motores presentes. Cada acometida va acompañada de un cable a tierra de sección igual o mayor a la mitad de la sección de fase, según lo indica la normativa.

Equipo	Ubic.	PM (HP)	PE (W)	Tensión (V)	L (m)	I Serv. (A)	I Adm. (A)	SN (mm2)	ΔUL (V)	%δ
Aparejo elevador de fuente	A1	-	450,00	220	18	1,39	16	2 x 2,5	0,263	0,12
Osmosis Inversa	A2	-	2500,00	380	5	4,47	16	3 x 2,5	0,235	0,06
Motor sistema de transporte 1	A3	0,5	438,82	220	10	1,35	16	2 x 2,5	0,1425	0,06

Motor sistema de transporte 2	A4	0,5	438,82	220	10	1,35	16	2 x 2,5	0,1425	0,06
Extractor centrífugo	A5	5,5	4827,06	380	14	8,63	16	3 x 2,5	1,2703	0,33
Compresor de aire	A6	2,5	1875,00	220	3	5,79	16	2 x 2,5	0,1826	0,08
Bomba centrífuga	A7	1	877,65	220	30	2,71	16	2 x 2,5	0,8549	0,39
Unidad Condensadora Zona I	B1	5	4388,24	380	10	7,84	16	3 x 2,5	0,8249	0,22
Unidad Condensadora Zona I	B2	5	4388,24	380	10	7,84	16	3 x 2,5	0,8249	0,22
Unidad Condensadora Zona II	B3	5	4388,24	380	10	7,84	16	3 x 2,5	0,8249	0,22
Unidad Condensadora Zona II	B4	5	4388,24	380	10	7,84	16	3 x 2,5	0,8249	0,22
Unidad Condensadora Zona III	B5	5	4388,24	380	10	7,84	16	3 x 2,5	0,8249	0,22
Unidad Condensadora Zona III	B6	5	4388,24	380	10	7,84	16	3 x 2,5	0,8249	0,22
Evaporador cámara Zona I	B7	5	4388,24	380	34	7,84	16	3 x 2,5	2,8045	0,74
Evaporador cámara Zona I	B8	5	4388,24	380	34	7,84	16	3 x 2,5	2,8045	0,74
Evaporador cámara Zona II	B9	5	4388,24	380	27	7,84	16	3 x 2,5	2,2271	0,59
Evaporador cámara Zona II	B10	5	4388,24	380	27	7,84	16	3 x 2,5	2,2271	0,59
Evaporador cámara Zona III	B11	5	4388,24	380	24	7,84	16	3 x 2,5	1,9797	0,52

Evaporador cámara Zona III	B12	5	4388,24	380	24	7,84	16	3 x 2,5	1,9797	0,52
-------------------------------	-----	---	---------	-----	----	------	----	---------	--------	------

Tabla 3. Datos característicos para la selección de conductores de la marca Prysmian Group.

Iluminación

Intensidad Luminosa: Un manantial de luz que irradia con determinada claridad, un flujo luminoso al incidir sobre una superficie produce en ésta una cierta iluminación, a la que se conoce como intensidad de iluminación, y se mide en candela (cd).

Flujo Luminoso: Es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa. Su unidad es el lumen (lm).

La Iluminación o Luminancia (E): Es la medida de la cantidad de luz incidente en un área dada. Su unidad en el Sistema Internacional es el Lumen/m² = Lux Lámparas

Lámparas

Las lámparas eléctricas son la fuente principal de luz artificial de uso común. Convierten la energía eléctrica en Luz o energía radiante.

Puntos claves a tener en cuenta para una buena iluminación industrial:

- Luz suficiente: Tener niveles adecuados de luz, según la naturaleza de la tarea visual.

- Iluminación Uniforme: Una iluminación general con un alto grado de uniformidad, garantiza total libertad a la hora de situar la maquinaria y los bancos de trabajo. (en cualquier punto 200 Lux)

- Buena Iluminación vertical: En ciertos trabajos la tarea visual está localizada en el plano vertical.

- Debe de obtenerse el mejor rendimiento y la máxima economía en toda instalación de iluminación.

Tipos de iluminación para interiores

Son las diversas formas en que se deben ubicar las fuentes luminosas (aparatos lumínicos) para solucionar problemas visuales, los cuales deben estar en forma proporcional para satisfacer una adecuada operatividad visual a realizarse en determinado ambiente constructivo.

-Iluminación directa: Es aquella en la cual la fuente luminosa está dirigida directamente hacia el área de trabajo o el área a iluminarse.

-Iluminación Semi-directa: Es la que la proyección del flujo luminoso que sale al área de trabajo proviene de la combinación de la luz directa de la fuente de luz y una parte del flujo luminoso que se refleja en las paredes techos y mobiliario.

-Iluminación Indirecta: Es en la que la fuente luminosa es dirigida a una pared, techo o a un mobiliario la cual o las cuales reflejan al flujo luminoso a la zona a iluminarse.

-Iluminación Semi-indirecta: Es aquella en la cual el manantial emite flujos luminosos, unos inciden en el techo o en otro tipo de superficie que los refleja hacia la zona de trabajo, otras traspasan directamente superficies opacas y se distribuyen en todas las direcciones y uniformemente en la zona de trabajo.

-Iluminación Difusa: Es aquella en la que la fuente luminosa emite rayos, los cuales son dirigidos directamente a una superficie opaca y al traspasarlas se reparten uniformemente en todas las direcciones del área de trabajo.

Según la Norma IRAM los valores tipo de iluminancia o iluminación sobre el plano de trabajo según tipo de tarea visual son:

Sector	Iluminación (lx)
Oficina	300
Laboratorio	350
Pañol	150
Vestuario y sanitarios	100
Deposito Materia Prima	100

Limpieza	150
Zona Producción	150
Pesado y envasado	175
Deposito Producto final	100

Tabla 4. Iluminación de las instalaciones. Norma IRAM.

Elección de los distintos elementos de iluminación

Iluminación interior

Zona de Administración, comedor, baños y sala de control.

Flat 60 x 60



DESCRIPCIÓN

Consumo: 15W / 30W
Tensión de Entrada: 90~264 VAC
Flujo Luminoso: 4000 LM
Vida útil: >50.000 hs
FP > 0.90 THD < 20% Dimensiones: 596mm x 596mm x 9mm
Color: Blanco Neutro 4000°K – 4500°K | Blanco Frío 5500°K – 6000°K
Ángulo de apertura: 140°
Equivalencia: 3 x 36W Dulux
Libre de mantenimiento, no acumula suciedad
GARANTIA HASTA 10 AÑOS

Fig. 5. Lámpara flat 60x60

Down light



Fig. 6. Lámpara down light

Zona de sala de irradiación, sala de tratamiento de agua, sala de servicios auxiliares y sala de mantenimiento.

Para estos sectores se opta por los listones LED Slim de la marca SICA de 36W – 4000K – 1720 lm.



CARACTERÍSTICAS

- Diseño compacto y liviano.
- Gran duración: hasta 25000 horas.
- Fácil de conectar: no requiere balasto ni arrancador.
- Fácil de instalar: en superficie mediante accesorios sujetadores.
- Solo de uso interior.

ESPECIFICACIONES



Código	Tensión	Potencia (W)	Color (K)	Dimensiones AxBxC (mm)
637150	220-240Vca 50/60Hz	18	4000	600x24x72
637151			6400	
637152		36	4000	1200x24x72
637153			6400	

Fig. 7. Listones LED.

Zona de cámaras, recepción y despacho de productos

Factor Glix 150



DESCRIPCIÓN

Flujo Luminoso: 19500 lm (*)

Color: 5700°K

Ángulo de Apertura: 120°

Tensión de Entrada: 90~305 VAC

FP >0.95 | THD <15% Dimensiones: 290mm x ø
430 mm

Iluminación: >300 lx a 6 metros de altura

INDUSTRIA ARGENTINA

GARANTIA HASTA 10 AÑOS

Fig. 8. Lámpara Factor Glix 150.

Iluminación exterior

Street box 120



DESCRIPCIÓN

Flujo Luminoso: 15600 lm (*)

Color: 5700°K

Ángulo de Apertura: 145°

Tensión de Entrada: 90~305 VAC

FP >0.95 | THD <15% Dimensiones: 703
mm x 330 mm x 103 mm

INDUSTRIA ARGENTINA

GARANTIA HASTA 10 AÑOS

Fig. 9. Lámpara street box 120.

Cálculo luminotécnico para iluminación interior

Una vez que se ha definido el tipo de local y la tarea que en él se va a ejecutar, se puede, con ayuda de tablas experimentales, fijar un valor de iluminación. Ese valor se multiplica por la superficie a iluminar, se divide por el número de luminarias que se colocarán y se considera un factor de rendimiento global que tiene en cuenta las características de las paredes, el techo, la altura, el tipo de artefacto y el sistema de iluminación, y se obtiene el flujo luminoso necesario que se mide en lumen.

$$F_A = \frac{E \cdot S}{\eta}$$

Donde:

FA= Flujo luminoso que deben suministrar todas las lámparas colocadas en la pantalla o artefacto.

E= Iluminación o luminancia.

S= Superficie de la habitación.

η= Rendimiento global.

Tipo de iluminación	Rendimiento global
Luz directa	0,42 a 0,10
Luz semi-directa	0,3
Luz difusa	0,35
Luz semi-indirecta	0,18
Luz indirecta	0,09

Tabla 5. Rendimiento de la iluminación. Instalaciones eléctricas. Sobrevilla, Farina.

Sabiendo el número de las lámparas es posible averiguar el flujo luminoso necesario por lámpara.

$$\varphi_L = \frac{F_A}{N}$$

Ejemplo de cálculo en la zona de cámara III:

Iluminación o Luminancia (E): 150lux

Superficie de la zona de cámaras: 127,76 m²

Rendimiento global según tipo de iluminación: 0,30 (Luz semi-directa)

$$F_A = \frac{E \times S}{\eta} = \frac{150 \text{ lux} \times 127,76 \text{ m}^2}{0,30} \Rightarrow F_A = 63.880 \text{ lm}$$

- Cálculo del número de luminarias:

Se seleccionan lámparas bajo consumo del tipo FactorGlix 150 con 150W de potencia y un flujo lumínico 19.500 lm.

$$N = \frac{F_A}{\phi_L} = \frac{63.880 \text{ lm}}{19.500 \text{ lm}} \Rightarrow N = 3 \text{ lámparas}$$

Localización	Iluminación (lux)	Sup. (m ²)	η	F _A (lm)	φ _L (lm)	N	P (W)	PT (W)	Lámpara Tipo
Zona de cámaras	150	127,76	0,30	63880	19500	3	150	450,0	FactorGlix 150
Sala de irradiación	150	22,58	0,30	11290	1720	7	36	252,0	Listón LED Slim
Sala de Control	200	12,80	0,30	8533	4000	2	30	60,0	Flat 60 x 60
Sala de mantenimiento	150	6,10	0,30	3050	1720	2	36	72,0	Listón LED Slim
Sala de tratamiento de agua	150	5,95	0,30	2975	1720	2	36	72,0	Listón LED Slim
Sala de servicios auxiliares	150	28,56	0,30	14280	1720	8	36	288,0	Listón LED Slim
Hall de entrada	200	11,98	0,30	7987	1300	6	15	90,0	Down Light
Oficina Gerencia	300	10,40	0,30	10400	4000	3	30	90,0	Flat 60 x 60

Oficina Producción	300	9,75	0,30	9750	4000	3	30	90,0	Flat 60 x 60
Secretaría ejecutiva y administrativa	300	15,54	0,30	15540	4000	4	30	120,0	Flat 60 x 60
Sala de reuniones	300	14,31	0,30	14310	4000	4	30	120,0	Flat 60 x 60
Cocina y comedor	200	48,00	0,30	32000	4000	8	30	240,0	Flat 60 x 60
Pasillo	200	11,81	0,30	7873	1300	6	15	90,0	Down Light
Portería	200	7,50	0,30	5000	2500	2	30	60,0	Down Light
Baño interno	100	6,87	0,30	2290	1300	2	15	30,0	Down Light
Sanitarios y vestuarios masculino	100	17,50	0,30	5833	2500	2	30	60,0	Down Light
Sanitarios y vestuarios femenino	100	17,50	0,30	5833	2500	2	30	60,0	Down Light

Tabla 6. Cálculo de la iluminación interior.

Cálculo luminotécnico para iluminación exterior

Para determinar la cantidad de luminarias necesarias se emplea la siguiente fórmula:

$$N = \frac{E_m \cdot S \cdot c_u \cdot f_c}{\varphi}$$

Donde:

Em: iluminación media [lux] determinada para cada actividad.

S: superficie a iluminar [m²].

φ: flujo luminoso [lumen] de una luminaria (depende de la lámpara y rendimiento de la luminaria).

c_u: coeficiente de utilización del haz (relación entre el haz que incide sobre la superficie a iluminar y el haz total). El mismo toma un valor entre 0,6-0,9.

fc: factor de mantenimiento 0,75-0,9. Depende de la calidad del mantenimiento que se realice en la instalación.

N: Cantidad de luminarias o proyectores.

Ejemplo de cálculo para la zona de frente de planta

Iluminación media (Em): 180 lux .

Superficie a iluminar (S): 110,2m².

Flujo luminoso de una luminaria (φ): 15600 lm.

Coeficiente de utilización del haz (relación entre el haz que incide sobre la superficie a iluminar y el haz total) (cu): 0,9.

Factor de mantenimiento (fc): 0,9.

$$N = \frac{180 \text{ lux} * 110,2 \text{ m}^2 * 0,9 * 0,9}{15.600 \text{ lm}}$$

$$N = 1,03$$

Por lo tanto, se requiere una lámpara del tipo Street Box 120 de 15600 lm y 120W .

Iluminación exterior	Em (lux)	S (m ²)	Φ	Cu	fc	N	P (W)	PT (W)
			(lm)					
Playa de recepción	60	210	15600	0,9	0,9	1	120	120
Playa de despacho	60	210	15600	0,9	0,9	1	120	120
Frente de la planta	180	110,2	15600	0,9	0,9	1	120	120
Estacionamiento Interno	60	96	15600	0,9	0,9	1	120	120
Estacionamiento externo	60	210	15600	0,9	0,9	1	120	120
Exterior comedor	60	85	15600	0,9	0,9	1	120	120
Exterior sanitarios personal	60	150	15600	0,9	0,9	1	120	120

Exterior ingreso a administración	60	150	15600	0,9	0,9	1	120	120
-----------------------------------	----	-----	-------	-----	-----	---	-----	-----

Tabla 7. Cálculo de la iluminación exterior.

Cantidad de lámparas y potencia de iluminación por tablero

Tablero Seccional	Localización	Lámpara (W)	Cantidad	Total Potencia (W)	
A	Sala de mantenimiento	36	2	72	144
	Sala de tratamiento de agua	36	2	72	
B	Sala de servicios auxiliares	36	8	288	288
C	Zona de cámaras	150	3	450	1842
	Sala de irradiación	36	7	252	
	Sala de Control	30	2	60	
	Sanitarios y vestuarios masculino	30	2	60	
	Sanitarios y vestuarios femenino	30	2	60	
	Playa de recepción	120	1	120	
	Playa de despacho	120	1	120	
	Frente de la planta	120	1	120	
	Estacionamiento Interno	120	1	120	
	Estacionamiento externo	120	1	120	
	Exterior comedor	120	1	120	
	Exterior sanitarios personal	120	1	120	
	Exterior ingreso a administración	120	1	120	
D	Hall de entrada	15	6	90	930
	Oficina Gerencia	30	3	90	
	Oficina Producción	30	3	90	
	Secretaria ejecutiva y administrativa	30	4	120	
	Sala de reuniones	30	4	120	
	Cocina y comedor	30	8	240	
	Pasillo	15	6	90	

	Portería	30	2	60	
	Baño interno	15	2	30	
POTENCIA TOTAL (W)					3204

Tabla 8. Resumen consumo de lámparas.

Artefactos eléctricos para sector de administración y comedor

Elección de los aires acondicionados para los diferentes sectores

Cálculo de capacidad de Aires Acondicionados				
Localización	Frigorías/m³	Volumen (m³)	Frigorías Totales	Cantidad
<i>Oficina de Gerencia</i>	60	31,2	1872	1 de 2150 Frig
<i>Oficina de Producción</i>	60	29,25	1755	1 de 2150 Frig
<i>Secretaría ejecutiva y Administrativa</i>	60	46,62	2797,2	1 de 3000 Frig
<i>Sala de Reuniones</i>	60	42,93	2575,8	1 de 3000 Frig
<i>Cocina y comedor</i>	60	144	8640	3 de 3000 Frig

Tabla 9. Cálculo de capacidad de aires acondicionados.

Adopción de equipos

Características	
	Marca: Hisense
	Modelo: HIS35WCO
	Capacidad de enfriamiento: 3000fg
	Tipo de aire acondicionado: Split
	Tipo de climatización: Frío/Calor
	Unidad del sistema split: Conjunto
	Tecnología del aire acondicionado: Tradicional
Potencia calor: 3488.4W	Potencia frío: 3488.4W
Tipo de gas: R410a	Origen: China

Fig. 10. Split Frío/Calor Hisense - 3000 Fg.

Características	
Marca: Hitachi	Modelo: HSA2500FC
Capacidad de enfriamiento: 2500W	Capacidad de calefacción: 2500W
Tipo de aire acondicionado: Split	Tipo de climatización: Frío/Calor
Tecnología del aire acondicionado: On/Off	Origen: Argentina
Tipo de gas: R410	

Fig. 11. Split Frío/Calor Hitachi - 2150 Fg



HELADERA EXHIBIDORA VERTICAL BRIKET MASTER 5000

CARACTERISTICAS

- ° Heladera exhibidora con puerta de vidrio
- ° Color blanco con marco gris
- ° 4 estantes intercambiables
- ° Motocompresor de 1/3 HP
- ° Rango de temperatura de 0° a 5° C
- ° Volumen interno: 501 lts
- ° Clasificación energética B
- ° Medidas externas: 70x62x205 cm (frente.prof.alto)
- ° Medidas internas: 60x40x150 cm (frente.prof.alto)
- ° Ideal para exhibir bebidas, verduras, lácteos, pastas, productos frescos, verduras

Fig. 12. Heladera Exhibidora para sector cocina-comedor



Fig. 13. Freezer Horizontal 325Lts/ 351 kW/h/año para sector cocina-comedor.



Fig. 14. Dispenser de agua Frio/calor FRIMAX para sector administración.

El consumo promedio de éste modelo es de 70W siendo el más eficiente en el mercado en cuanto a consumo. Se seleccionan dos dispenser que se ubicarán en las oficinas de administración.

Cálculo de la potencia necesaria para los artefactos seleccionados

Potencia adicional al TS-D por artefactos

Localización	Aires acondicionados (W)	Freezer (W)	Heladera (W)	Dispenser (W)
<i>Oficina de Gerencia</i>	<i>2500</i>	-	-	-
<i>Oficina de Producción</i>	<i>2500</i>	-	-	-
<i>Secretaria ejecutiva y Administrativa</i>	<i>3489</i>	-	-	<i>70</i>
<i>Sala de Reuniones</i>	<i>3489</i>	-	-	<i>70</i>
<i>Cocina y comedor</i>	<i>10467</i>	<i>961,6</i>	<i>250</i>	-
POTENCIA TOTAL (W)	22445	961,6	250	140
23796,6				

Recalculando, se obtiene una potencia total para la iluminación de:

Tablero Seccional	Potencia Total (W)
<i>A</i>	<i>144</i>
<i>B</i>	<i>288</i>
<i>C</i>	<i>1842</i>
<i>D</i>	<i>24336,6</i>
POTENCIA TOTAL (W)	26610,6

Para la conexión de los diferentes artefactos se utilizan líneas independientes a las de iluminación con cableado de 2,5mm² de sección, aptos para soportar una corriente de 18A. Como lo indican las siguientes figuras de catálogos del proveedor:

Baja Tensión

450 / 750 V

H07V-K

NORMAS DE REFERENCIA

DESCRIPCIÓN

CARACTERÍSTICAS

Instalaciones Fijas

IRAM NM 247-3

- CONDUCTOR**
Metal: Cobre electrolítico recocido.
Flexibilidad: clase 5; según IRAM NM-280 e IEC 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.
- AISLANTE**
PVC ecológico, en colores marrón, blanco, negro, rojo, celeste, y verde/amarillo.
Marcación: PRYSMIAN SUPRASTIC JET - Industria Argentina - 450/750V - Sección (mm²) - IRAM NM 247 02-05 BWF-B - Seto IRAM - RIN 288391/8.
- Normativas**
IRAM NM 247-3 (ex 2183), NBR NM 247-3 (ex6148): IEC 60227-3 u otras bajo pedido.
Ensayos de fuego:
No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1.
No propagación del incendio: IRAM NM IEC 60332-3-23.
NBR 6812 Cat. BWF: IEEE 383.
Certificaciones
Todos los cables de Prysmian están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2000

Cables para instalaciones de iluminación y distribución de energía en el interior de edificios civiles e industriales, en circuitos primarios, secundarios y derivaciones, instalados en tableros, en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas cerrados análogos.

- Cable Flexible para tendidos en cañerías; tipo H07V K
- 450 / 750 V
- IRAM NM 247-3

Características técnicas

Sección nominal	Diámetro máx. de alambres del conductor	Espesor de aislación nominal	Diámetro exterior aprox.	Masa aprox.	Intensidad de corriente admisible en cañerías (3)		Caida de tensión (4)	Resist. Eléctrica máxima a 20°C y c.c.
mm²	mm	mm	mm	kg/km	(1) A	(2) A	V/A km	ohm/km
0,75	0,21	0,6	2,3	11	9	8	50	26
1,0	0,21	0,6	2,5	15	11,5	10,5	37	19,5
1,5	0,26	0,7	3,0	20	15	13	26	13,3
2,5	0,26	0,8	3,6	31	21	18	15	7,98
4	0,31	0,8	4,1	45	28	25	10	4,95
6	0,31	0,8	4,7	63	36	32	6,5	3,30
10	0,41	1,0	6,0	107	50	44	3,8	1,91
16	0,41	1,0	7,0	167	66	59	2,4	1,21
25	0,41	1,2	9,6	268	88	77	1,54	0,78
35	0,41	1,2	10,8	361	109	96	1,20	0,554
50	0,41	1,4	12,8	511	131	117	0,83	0,386
70	0,51	1,4	14,6	698	167	149	0,61	0,272
95	0,51	1,6	16,8	899	202	180	0,48	0,206
120	0,51	1,6	19,7	1175	234	208	0,39	0,161

- (1) 2 conductores cargados + PE en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40° C.
- (2) 3 conductores cargados + PE en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40° C.
- (3) Para instalaciones en aire (no contempladas en el Regl. de Instalaciones en Inmuebles de la AEA) considerar los valores (1) y (2)
- (4) Cables en contacto en corriente alterna monofásica 50 Hz., cos φ = 0,8.

Coefficientes de corrección de la corriente admisible:

- Para dos circuitos en una misma cañería multiplicar por 0,80
- Para tres circuitos en una misma cañería multiplicar por 0,70
- Para temperatura ambiente de 30 ° C multiplicar por 1,15
- Para temperatura ambiente de 20 ° C multiplicar por 1,29

Fig. 15. Catálogo de cableado.

Tomacorrientes

Se instalarán la siguiente cantidad de tomacorrientes por tablero:

Tablero	Tomacorrientes de 220V	Tomacorrientes de 380V
TS – A	2	2
TS – B	2	2
TS – C	6	-
TS – D	30	-

Tabla 10. Cantidad de tomacorrientes por tablero.

Ejemplo Cálculo potencia de tomacorriente monofásico del TS -A

Se considera carga puramente resistiva (cos φ = 1).

Coeficiente de simultaneidad: ks= 0,1 + 0,9/N.

Cantidad de tomacorrientes: N.

Se considera el coeficiente de utilización $k_u=0,7$.

$$P_{TC} = N \times K_u \times K_s \times V \times I$$

$$P_{TC} = 2 \times 0,7 \times \left(0,1 + \frac{0,9}{2}\right) \times 220V \times 18A$$

$$P_{TC} = 3049 W$$

Para los tomacorrientes monofásicos se opta por un cableado de sección 2,5 mm² con una corriente admisible de 18A.

Tablero	N	Ks	Ku	PTC (W)
TS - A	2	0,55	0,7	3049
TS - B	2	0,55	0,7	3049
TS - C	6	0,25	0,7	4158
TS - D	30	0,13	0,7	10811

Ejemplo de cálculo de la potencia de tomacorrientes trifásico del TS-B

$$P_{TC} = \sqrt{3} \times N \times K_u \times K_s \times V \times I$$

$$P_{TC} = \sqrt{3} \times 2 \times 0,7 \times \left(0,1 + \frac{0,9}{2}\right) \times 380V \times 16A$$

$$P_{TC} = 4682 W$$

Tablero	N	Ks	Ku	PTC (W)
TS - A	2	0,55	0,7	4682
TS - B	2	0,55	0,7	4682

Cálculo de acometidas de los tableros seccionales

Para este cálculo se estima en los tableros de fuerza motriz una potencia de reserva 1,25 veces la carga mayor del tablero.

Ejemplo para el TS-A:

$$P_{TSA} = P_{Iluminación} + P_{Tomas} + P_{Motriz}$$

$$P_{TSA} = P_{Iluminación} + P_{Tomas} + (P_{A1} + P_{A2} + P_{A3} + P_{A4} + 1,25P_{A5} + P_{A6} + P_{A7})$$

$$P_{TSA} = 144W + 7731W + (450 + 2500 + 438,8 + 438,8 + 1,25 \times 4827,1 + 1875 + 877,7)W$$

$$P_{TSA} = 20489 W$$

Se selecciona el conductor unipolar por triplicado de 16mm² con una corriente admisible de 59A más un toma a tierra de 10mm².

La elección de conductores de mayor sección nominal a la necesaria se debe a la protección de los mismos en el transcurso del tiempo y la posible ampliación futura.

TS	Motriz (W)	ilumin. (W)	Tomas (W)	Potencia Total (W)	Tensión (V)	L (m)	I Serv. (A)	I Adm. (A)	S _N (mm ²)	ΔU _L (V)	%δ
A	12614,12	144	7731	20489	380	22	36,6	59	3 (1x16) + 1TT (1x10)	1,32	0,35
B	52658,82	288	7731	60678	380	7	108,5	149	3 (1x70) + 1TT (1x50)	0,29	0,08
C	0	1842	4158	6000	220	10	10,7	32	3 (1x6) + 1TT (1x4)	0,81	0,37
D	0	24337	10811	35147	220	30	62,8	96	3 (1x35) + 1TT (1x25)	2,45	1,11

Tabla 10. Elección nominal de conductores.

Irradiación Gamma como tecnología alternativa de valor agregado para cortes de carne: instalación de una planta en Entre Ríos.

Hartman M. – Martinez F. – Schlegel D.

Baja Tensión
450 / 750 V

H07V-K



Instalaciones Fijas

SUPERASTIC FLEX

IRAM NM 247-3

CONDUCTOR
Metal: Cobre electrolítico recocido.
Flexibilidad: clase 5; según IRAM NM-280 e IEC 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.

AISLANTE
PVC ecológico, en colores marrón, blanco, negro, rojo, celeste, y verde/amarillo.
Marcación:
PRYSMEAN SUPERASTIC FLEX - Industria Argentina - 450/750V - Sección (mm²) - IRAM NM 247 62-05 BWF-B - Sitio IRAM - RIN 288391/8.

Normativas
IRAM NM 24 7-3 (ex 2183), NBR NM 247- 3 (ex6148); IEC 60227-3 u otras bajo pedido.
Ensayos de fuego:
No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1.
No propagación del incendio: IRAM NM IEC 603 32-3-23; NBR 6812 Cal. BWF; IEEE 383.
Certificaciones
Todos los cables de Prysmian están elaborados con Siete ma de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2 000 certificadas por la UCIEE.

Características
Cables para instalaciones de iluminación y distribución de energía en el interior de edificios civiles e industriales, en circuitos primarios, secundarios y derivaciones, instalados en tableros, en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas cerrados análogos.

Cable Flexible para tendidos en cañerías; tipo H07V-K

450 / 750 V

IRAM NM 247-3

Características técnicas

Sección nominal	Diámetro máx. de alambres del conductor	Espesor de aislación nominal	Diámetro exterior aprox.	Masa aprox.	Intensidad de corriente admisible en cañerías (3)		Caída de tensión (4)	Resistencia Eléctrica máxima a 20°C y c.c.
mm²	mm	mm	mm	kg/km	A (1)	A (2)	V/A km	ohm/km
0,75	0,21	0,6	2,3	11	9	8	50	26
1,0	0,21	0,6	2,5	15	11,5	10,5	37	19,5
1,5	0,26	0,7	3,0	20	15	13	26	13,3
2,5	0,26	0,8	3,6	31	21	18	15	7,98
4	0,31	0,8	4,1	45	28	25	10	4,95
6	0,31	0,8	4,7	63	36	32	6,5	3,30
10	0,41	1,0	6,0	107	50	44	3,8	1,91
16	0,41	1,0	7,0	167	66	59	2,4	1,21
25	0,41	1,2	9,6	268	88	77	1,54	0,78
35	0,41	1,2	10,8	361	109	96	1,20	0,554
50	0,41	1,4	12,8	511	131	117	0,83	0,386
70	0,51	1,4	14,6	698	167	149	0,61	0,272
95	0,51	1,6	16,8	899	202	180	0,48	0,206
120	0,51	1,6	19,7	1175	234	208	0,39	0,161

(1) 2 conductores cargados + PE en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40° C.
(2) 3 conductores cargados + PE en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40° C.
(3) Para instalaciones en aire (no contempladas en el Regl. de Instalaciones en Inmuebles de la AEA) considerar los valores (1) y (2)
(4) Cables en contacto en corriente alterna monofásica 50 Hz., cos φ = 0,8.
Coeficientes de corrección de la corriente admisible:
- Para dos circuitos en una misma cañería multiplicar por 0,80
- Para tres circuitos en una misma cañería multiplicar por 0,70
- Para temperatura ambiente de 30 ° C multiplicar por 1,15
- Para temperatura ambiente de 25 ° C multiplicar por 1,29

Fig. 16. Catálogo cableado baja tensión.

Cálculo de la acometida del tablero principal

Para realizar el cálculo de la acometida del tablero principal se debe realizar la sumatoria de las cargas más un coeficiente de seguridad de 1,25 veces el tablero de mayor potencia. El coeficiente de simultaneidad que se utiliza es $k_s = 0,7$. En este caso, se considera para el cálculo de la sección, el factor de potencia corregido a 0,92:

$$P = (P_{TSA} + P_{TSC} + P_{TSD} + 1,25 \times P_{TSB}) \times K_s$$

$$P = (20.489 \text{ W} + 6.000 \text{ W} + 35.147 \text{ W} + 1,25 \times 60.678 \text{ W}) \times 0,7$$

$$P = 96.237 \text{ W}$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{fase} \times \cos \varphi}$$

$$I = \frac{96.237 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,92}$$

$$I = 159 \text{ A}$$

Se selecciona el conductor unipolar (H07V-K) por cuadruplicado (3 fases + 1N) de sección nominal 95mm² con una corriente admisible de 180 A, más un toma a tierra 50mm².

Verificación de la sección del conductor por el criterio de la caída de tensión

$$\Delta U = \frac{k * P * l}{\sigma * S * V}$$

$$\Delta U_{Lreal} = \frac{1 * 96.237 \text{ W} * 40 \text{ m}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \text{ mm}^2} * 95 \text{ mm}^2 * 380 \text{ V}} \Rightarrow \Delta U_{Lreal} = 1,90 \text{ V}$$

$$\% \delta = \frac{\Delta U_{Lreal} * 100}{V} \Rightarrow \% \delta = \frac{1,90 \text{ V} * 100}{380 \text{ V}} \Rightarrow \% \delta = 0,50 \%$$

Protecciones

Protecciones de las instalaciones contra las sobrecargas

En un conductor de corriente eléctrica se producirá un efecto de sobrecarga cuando por este circule una intensidad de corriente superior a la admisible o nominal, sin que exista el efecto de aislamiento.

Causas de sobrecarga

1. Fenómenos transitorios debidos al funcionamiento de algunos receptores.
2. Sobreutilización de los receptores, que están sobrecargados, suministrando más potencia de la nominal.

Sobreutilización de la instalación, los cuales están conectados a receptores con más potencia de la prevista.

Efectos de la sobrecarga

Cuando se hace presente este inconveniente de sobrecarga en el conductor, este sufre un aumento de temperatura, lo cual afectara directamente sobre el material aislante y la disminución del tiempo de vida útil del conductor.

Protecciones contra cortocircuitos

El cortocircuito es un inconveniente que se presenta cuando existe una conexión de poca impedancia entre dos puntos, entre los que se produce una diferencia de potencial dando lugar a una corriente de intensidad muy elevada.

Causas de cortocircuito

Las principales razones de este problema es una precariedad en las conexiones eléctricas, fallos en el material aislante o conexiones incorrectas.

Efectos de cortocircuitos

La corriente muy elevada produce calentamiento de los conductores por efecto Joule. El calor eleva la temperatura del conductor (alcanza su temperatura máxima admisible en milisegundos), provocando su destrucción.

Interruptor termomagnético

Estos elementos denominados interruptores termomagnéticos tienen la función de proteger las instalaciones eléctricas y de las cargas eléctricas aun cuando se presentan problemas de sobrecarga en los conductores de corriente eléctrica y cortocircuito en el sistema.

Para su dimensionamiento es necesario conocer:

Corriente que toma la carga (además de la corriente de arranque en el caso de los motores, que dependerá de su sistema de arranque)

Corriente admisible por el conductor adoptado.

Factores de corrección por canalizaciones y temperatura.

Tablero principal (TP)

Para este tablero se utilizará una seccionadora rotativa con fusibles NHO-O, dando la posibilidad de cambiarlos si se aumenta el amperaje de la planta en un futuro. Se decide por uno de tipo rotativo debido al tamaño del amperaje de la instalación.

Cálculo para adopción de la seccionadora

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi}$$

Donde:

P es la potencia de consumo eléctrico, expresada en watt (W).

I es la intensidad de corriente que fluye por el circuito, expresada en ampere (A).

V es el voltaje, expresado en volt (V).

Cos φ es el valor de factor de potencia.

$$I_{TS-A} = \frac{P}{E \times \cos \varphi} = \frac{11290 \text{ W}}{342} = 53 \text{ A}$$

$$I_{TS-B} = \frac{P}{E \times \cos \varphi} = \frac{54402 \text{ W}}{342} = 154 \text{ A}$$

$$I_{TS-C} = \frac{P}{E \times \cos \varphi} = \frac{1842 \text{ W}}{342} = 6 \text{ A}$$

$$I_{TS-D} = \frac{P}{E \times \cos \varphi} = \frac{24336 \text{ W}}{342} = 72 \text{ A}$$

$$I_{TOTAL} = 53 \text{ A} + 154 \text{ A} + 6 \text{ A} + 72 \text{ A} = 285 \text{ A} + 30\% = \mathbf{371 \text{ A}}$$

Se opta por una seccionadora rotativo bajo carga Abb de 3 Polos para 400 A



Tablero seccional

TS –A Se selecciona un interruptor termomagnético tetrapolar x 50A marca Schneider Electro.



TS –B Se selecciona un interruptor termomagnético tetrapolar x 125A marca BAW.



TS –C Se selecciona un interruptor termomagnético tetrapolar x 25A marca Schneider Electro.



TS –D Se selecciona un interruptor termomagnético tetrapolar x 80A marca Abb.



Disyuntor

Este dispositivo es un elemento que se instala en los circuitos eléctricos y tiene función principal la de ser una protección para el personal, este elemento es indispensable para prevenir accidentes que ponen en riesgo la vida del operario ya que cuando se presenta una fuga o descarga a tierra este se acciona automáticamente desconectando todo tipo de intensidad eléctrica del circuito.

Tablero seccional

Se opta por colocar disyuntores en las zonas donde hay mayor movimiento de personas. Para el resto de la instalación una jabalina se resuelve el problema de la protección.

Por lo tanto, se opta por disyuntores de la empresa Schneider Electro para los tableros seccionales C y D.

TS –C. Disyuntor trifásico diferencial de 25 A.



TS –D. Disyuntor trifásico diferencial de 80 A.



Puesta a tierra de neutro

Se opta por tres jabalinas que forman una puesta a tierra triple, comúnmente llamada “pata de ganso”. Dicho sistema permite reducir el valor de la impedancia. El mismo por normativa debe ser menor o igual a 5 ohm.

Nuestra instalación tendrá mucha corriente estática que puede superar los 10 ohm por ello con una sola jabalina no se asegura una correcta puesta a tierra, obstandose por este sistema.



Fig. 17. Esquema de puesta a tierra triple “Pata de ganso”



Fig. 18. Jabalina de bronce parte del sistema de pata de ganso (fabricante Miler).

Protección contra rayos

Se selecciona un pararrayos marca PROINEX, modelo EOS-34, equipado con emisor de iones y un acelerador de partículas polarizadas, ambos energizados por el campo electrostático de la nube de tormenta y luego, con mayor intensidad, por el rayo que se acerca. Diseño que responde a la Norma IRAM 2184. Además incluye la descarga a tierra con su correspondiente jabalina.



Fig. 19. Pararrayos fabricante Tecnológica Norte.

Es preciso saber que un pararrayos protege solo si está ubicado a una altura de forma tal que la instalación quede dentro de los 45° .

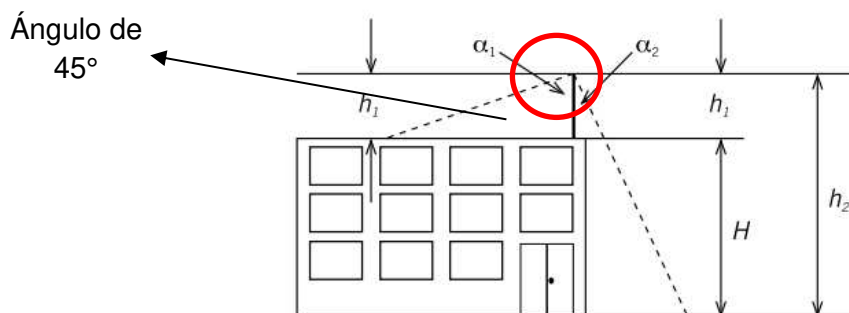
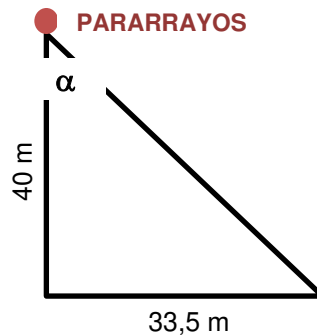


Fig. 20. Cálculo del ángulo de protección

Considerando que la máxima longitud que de nuestra planta es de 67 m aproximadamente, y si el pararrayos se coloca a una máxima altura de 30 m nos aseguramos la protección.

A continuación, se realiza el cálculo del Angulo de protección:



$$\text{Tangente } \alpha = \frac{\text{opuesto}}{\text{adyacente}} = \frac{33,5 \text{ m}}{30 \text{ m}} = 1,17$$

$$\alpha = 49^\circ$$

Corrección del factor de potencia

El factor de potencia ($\cos\phi$) se puede definir como la relación que existe entre la potencia activa (KW) y la potencia aparente (KVA) y es indicativo de la eficiencia con que se está utilizando la energía eléctrica para producir un trabajo útil.

Es aconsejable que en una instalación eléctrica el factor de potencia sea alto y las empresas de servicio electroenergético exigen valores de 0,92 o superiores.

Las cargas industriales, en su naturaleza eléctrica, son de carácter reactivo a causa de la presencia principalmente de equipos de refrigeración, motores, etc. Este carácter obliga que, junto al consumo de potencia activa (KW) se sume el de una potencia llamada reactiva (KVAR), las cuales en su conjunto determinan el comportamiento operacional de dichos equipos y motores.

El origen del bajo factor de potencia son las cargas de naturaleza inductiva, entre las que destacan los motores de inducción.

El bajo factor de potencia es causa de recargos en la cuenta de energía eléctrica, los cuales llegan a ser significativos cuando el factor de potencia es reducido.

El hecho de que exista un bajo factor de potencia produce los siguientes inconvenientes:

Al suscriptor:

- Aumento de la intensidad de corriente (sobrecargas)
- Pérdidas en los conductores (por efecto joule) y fuertes caídas de tensión
- Incrementos de potencia de las plantas, transformadores, reducción de su vida útil y reducción de la capacidad de conducción de los conductores
- La temperatura de los conductores aumenta y esto disminuye la vida de su aislamiento.
- Aumentos en sus facturas por consumo de electricidad.

A la empresa distribuidora de energía:

- Mayor inversión en los equipos de generación, ya que su capacidad en KVA debe ser mayor, para poder entregar esa energía reactiva adicional.
- Mayores capacidades en líneas de transmisión y distribución así como en transformadores para el transporte y transformación de esta energía reactiva.
- Elevadas caídas de tensión y baja regulación de voltaje, lo cual puede afectar la estabilidad de la red eléctrica.

La compensación del factor de potencia puede ser individual, por grupos o centralizada. Se realiza compensación individual en máquinas de grandes potencias con ciclos de trabajo largos, y en grupos o centralizada para bajas potencias y ciclos de trabajo cortos.

La compensación individual brinda la máxima posibilidad ya que la energía reactiva se genera en el lugar que se consume. Sin embargo, si los consumos individuales a compensar son demasiado pequeños, los capacitores que se empleen, también resultarán de pequeño valor y por lo tanto el costo total de la compensación resulta elevado.

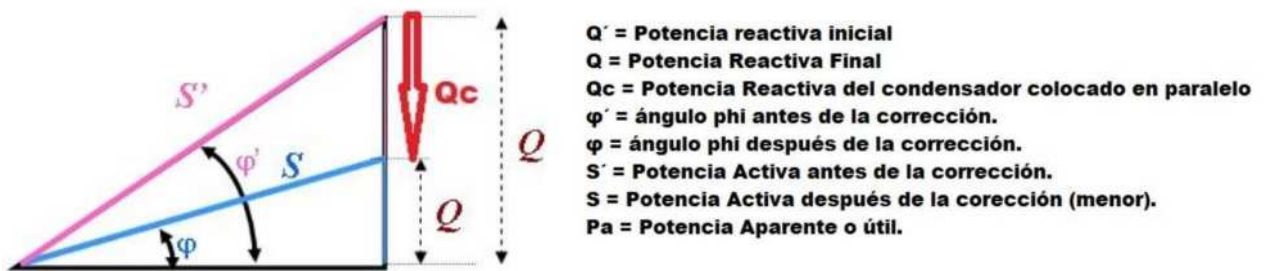


Fig. 21. Cálculo del factor de potencia.

Para circuitos monofásicos:

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi$$

$$S = V \cdot I$$

Para circuitos trifásicos:

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \varphi$$

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$$

Para calcular la capacidad de un sistema trifásico a partir del diagrama vectorial se deduce:

$$Q_c = Q - Q_L$$

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P} \Rightarrow Q = P \cdot \tan \varphi$$

$$\tan \varphi_c = \frac{Q_L}{P} \Rightarrow Q_L = P \cdot \tan \varphi_c$$

$$Q_c = (P \cdot \tan \varphi - P \cdot \tan \varphi_c) = P \cdot (\tan \varphi - \tan \varphi_c)$$

Como:

$$Q_c = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_L \quad (\sin \varphi = \sin 90^\circ = 1)$$

$$I_L = \sqrt{3} \cdot I_C \quad I_C = \frac{V}{X_C} \quad X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$I_C = 2\pi \cdot f \cdot C \cdot V$$

$$P * (tg \varphi - tg \varphi_c) = 3 * V^2 * 2\pi * f * C$$

$$C = \frac{P * (tg \varphi - tg \varphi_c)}{3 * V^2 * 2\pi * f} \left[\frac{A * seg}{V * ciclos} \right] \equiv [Faradios]$$

I_c = Intensidad de la corriente [Ampere]

f = Frecuencia de la corriente [50 ciclos/segundo]

V = Tensión de la línea [380 V]

C = Capacidad del condensador [Faradios]

Para el cálculo de corrección del factor de potencia se debe calcular la potencia aparente (S) total.

Para el tablero de iluminación se considera un factor de potencia de 0,92 ($\varphi = 23,07^\circ$), con lo cual no es necesario su compensación.

Cabe recordar que los tomacorrientes se consideran puramente resistivos, por lo tanto no consumen potencia reactiva. Si se los tuviese en cuenta en los cálculos, los mismos mejorarían el factor de potencia y esto constituye un error ya que, es poco probable que se encuentren simultáneamente conectados a una carga.

La potencia reactiva de cada tablero se calculará a partir de la potencia activa de los equipos según:

$$P = \sqrt{3} * V_{fase} * I_{servicio} * \cos \varphi$$

$$Q = \sqrt{3} * V_{fase} * I_{servicio} * \sin \varphi$$

$$Q = P * tg \varphi$$

Ejemplo de cálculo para el tablero seccional A (sólo se considera la fuerza motriz, no se tiene en cuenta los tomacorrientes ni la parte de iluminación)

$$P_{TTSA} = 12.614,12 \text{ W}$$

$$\cos \varphi = 0,85 \Rightarrow \varphi = 31,79^\circ$$

$$Q = 12.614,12 \text{ W} * \tan 31,79^\circ$$

$$Q = 4952 \text{ VAR}$$

A continuación, se presenta una tabla con las potencias de cada tablero.

Tablero Seccional	P (W)	Q (VAR)
<i>A</i>	<i>12614</i>	<i>4952</i>
<i>B</i>	<i>52659</i>	<i>20672</i>
TOTAL	65273	25623

Tabla 11. Resumen de potencias.

Cálculo de la potencia aparente

Para ello no se tiene en cuenta la P_{TSD} ni el consumo de potencia de los tomacorriente de cada tablero.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}.$$

$$S = \sqrt{65.273^2 + 25.623^2}$$

$$S = 70.122,12 VA = 70,12 kVA$$

Cálculo del factor de potencia de la instalación

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$\cos \varphi = \frac{65.273 W}{70.122.12 VA} \Rightarrow \cos \varphi = 0,93$$

$$\varphi = 21,43^\circ$$

Elección de generador eléctrico de emergencia

Para el suministro eléctrico de la parte motriz se opta por un generador eléctrico de 80kVA del fabricante LOVOL.



Fig. 22. Generador eléctrico de 80 kVA del fabricante LOVOL.

Especificaciones Motor:

- Fabricante: LOVOL
- Modelo: 1004TG
- Tipo de Motor: Diesel 4 tiempos
- Tipo de Inyección: Directa
- Tipo aspiración: Aspirado Normal
- Diámetro x Carrera: 100 x 127 mm
- Cilindrada total: 3,99 L
- Sistema de refrigeración por agua.
- Relación de compresión: 16:1
- Consumo combustible a plena carga: 14 l/h.
- Capacidad total de aceite (incluido tubos, filtros) 8,5 L
- Cantidad total de líquido refrigerante: 22,2 L
- Regulador de velocidad mecánico
- Arranque eléctrico
- Radiador con ventilador soplante

Especificaciones Alternador:

- Marca: LEEGA LA358
- Voltaje: 3x380v + Neutro.
- Frecuencia: 50Hz.
- Aislamiento clase H.
- Libre de escobillas.
- Distorsión armónica total menor al 2%.

Especificaciones comunes

a todo el Generador:

- Potencia Nominal: 72.5KVA
- Potencia Máxima: 80KVA
- Dimensiones: 2670 x 1080 x 1865 [mm] (largo, ancho, alto).
- Peso total: 1490kg.
- Panel de comando con indicaciones y parada de emergencia.
- Batería y aceite incluido.
- Garantía 12 meses.

Seguridad del laberinto y recinto de irradiación

Es de vital importancia tener un sistema de cierre de barreras de seguridad, los dispositivos de interbloqueo y alarma y bajada de la fuente en el caso que una persona ingrese al laberinto sin autorización previa.

Se propone adoptar una lógica de relé con los esquemas de fuerza y mando. El circuito de fuerza se compone de fusibles (conocidos como tabaqueras) y contactores de la línea. Por el circuito de fuerza la energía eléctrica de la corriente trifásica va al devanado del estator gobernado.

El laberinto posee una puerta de ingreso (en la zona de rejillas) la cual debe permanecer siempre cerrada por lo que esto representa una de las primas normas de seguridad de la planta. Además, contiene unas barreras de seguridad (en la zona de ingreso al recinto donde se encuentra la fuente), alarma sonora-visual y un sistema de elevación eléctrico de la fuente.

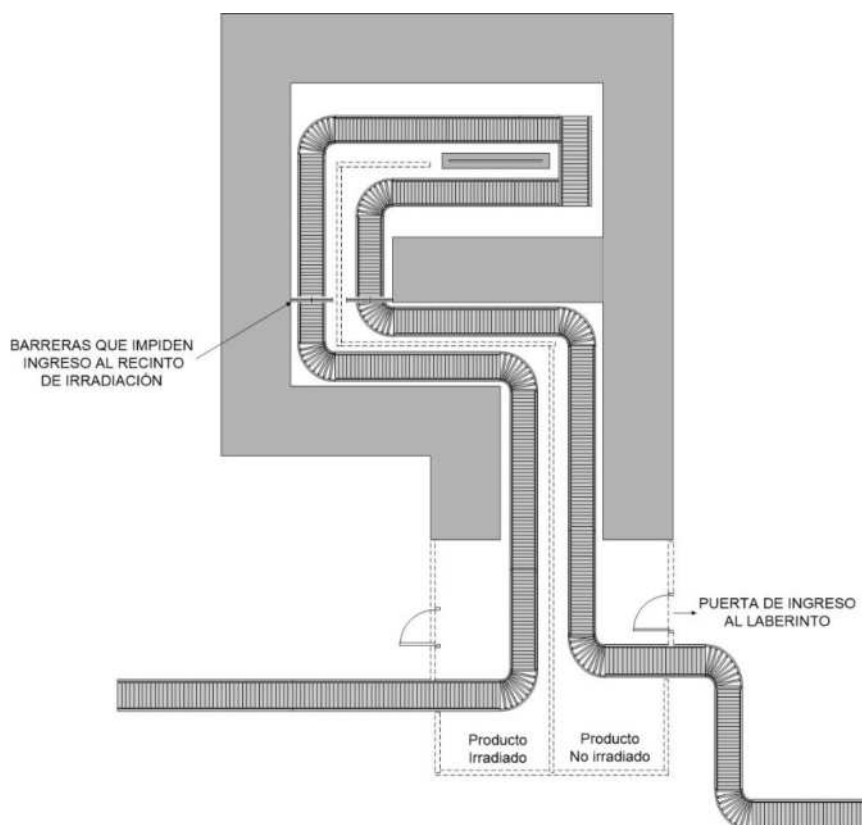


Fig. 23. Laberinto y recinto de irradiación

A continuación, se explican las diferentes situaciones por medio de la lógica de relé:

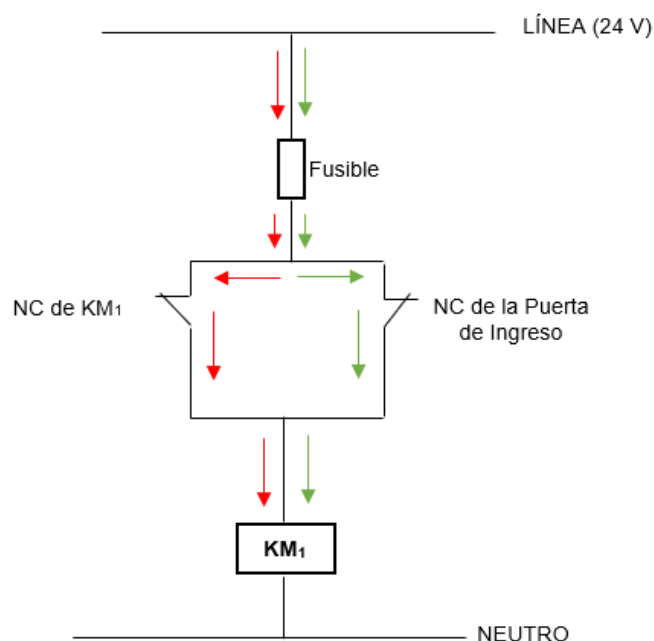


Fig. 24. Diagrama de lógica de relé N° 1.

La puerta de ingreso al laberinto posee un contactor eléctrico que habilita la entrada. Las flechas verdes indican que el circuito está en su normal funcionamiento, es decir, la puerta de ingreso al laberinto está cerrada. El contactor KM1 que se observa en el diagrama es el de la puerta de ingreso.

El contactor KM1 posee un normal abierto (NA) el cual se pone en serie con un cartel que se ubica al costado de la puerta de ingreso e indica **“Normal funcionamiento de la planta”**. A continuación, se observa el esquema:

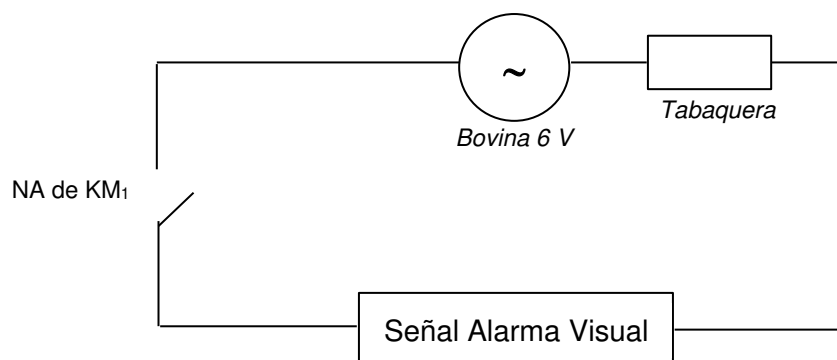


Fig. 25. Diagrama del NA de KM1 – Normal funcionamiento de la planta

Entonces, cuando la planta se encuentra funcionando de forma correcta el normal cerrado NC de la puerta de ingreso está cerrado y el normal abierto NA de KM₁ genera la señal de *normal funcionamiento de la planta*.

Ahora bien, cuando una persona ingresa por la puerta el normal cerrado NC abre el circuito de comando, el NA de KM₁ se cierra y el NC de KM₁ se cierra generando una señal auditiva-visual “**Peligro Riesgo de radiación**”. Esto se observa en el diagrama n° 1 siguiendo las flechas rojas y se muestra el esquema del NC de KM₁:

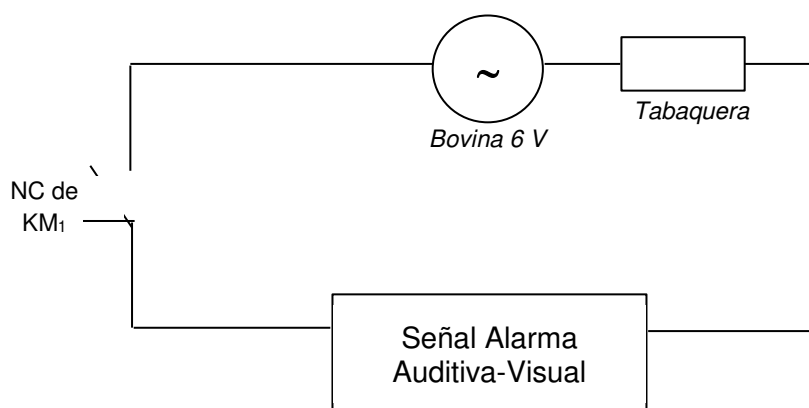


Fig. 26. Diagrama del NC de KM1 – Planta parada

Cuando una persona que no está autorizada ingresa al laberinto, inmediatamente debe bajar la compuerta que se encuentra en el ingreso al recinto de radiación y que lo protegería de la radiación. El contactor KM₂ es el que alimenta el motor antiexplosivo que abre/cierra las barreras de seguridad siendo el contactor KM₁ el que lo comanda.

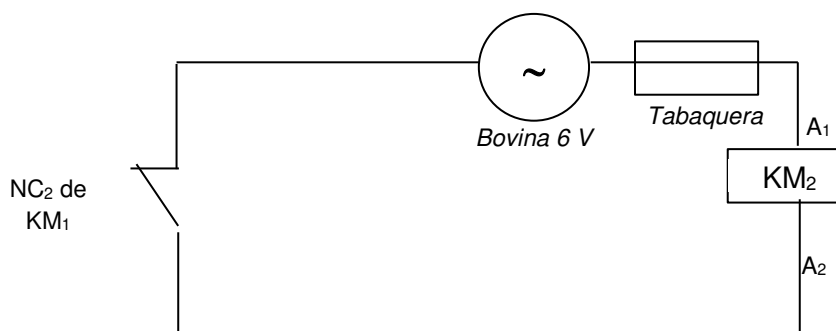


Fig. 27. Diagrama del NC₂ de KM₁ – Cierre de la compuerta de seguridad.

Cuando el normal cerrado NC de la puerta de ingreso abre el circuito de comando, además de generar la señal de Peligro con el normal cerrado NC₁ de KM₁, también se cierra el normal cerrado NC₂ de KM₁ y comienza a bajar la compuerta de seguridad. Para terminar con la seguridad del sector, también se dispone de un normal cerrado NC₃ para el contactor KM₁ que ahora comanda también el contactor KM₃. Este último contactor es el del sistema de elevación eléctrico de la fuente.

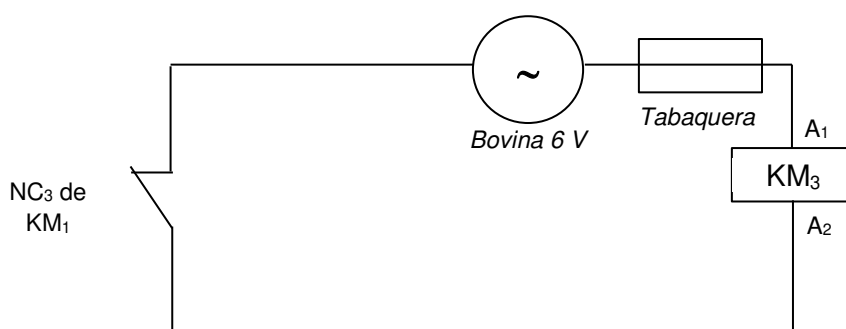


Fig.28. Diagrama del NC₃ de KM₁ – Bajada de la fuente de irradiación

Cuando la planta regresa a su normal funcionamiento, el normal cerrado NC₃ de KM₁ se pega y el aparejo eléctrico vuelve a subir la fuente, el normal cerrado NC₂ de KM₁ se pega y las barreras de seguridad se abren, el NC₁ de KM₁ se pega y se abre el NA₁ de KM₁ indicando en el cartel “Normal Funcionamiento de la planta”. Todo esto sucede cuando el normal cerrado NC de la Puerta de Ingreso está pegado, es decir, la puerta de ingreso está cerrada. Todo funciona de manera segura.

Golpe de puño

Para garantizar aún más la seguridad de la planta se hará un golpe de puño, el cual puede ser activado por cualquier operario de la planta en caso de emergencia y cumple el mismo objetivo que el sistema descrito anteriormente.

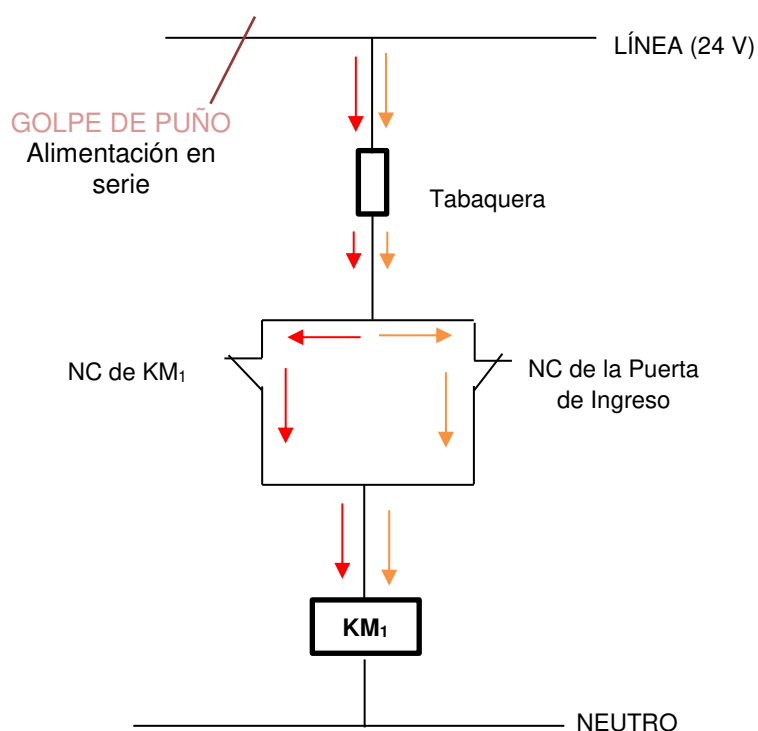


Fig. 29. Ubicación del golpe de puño en diagrama

Se utilizará un contactor KM₄ con un normal abierto NA para habilitar el comando. Cuando el operario presione el botón se abre el circuito en serie despegando KM₄. Cuando el peligro pasó el operario vuelve a presionar el normal abierto NA*, volviendo a cerrar KM₄ y habilitando el circuito de 24 V. El normal abierto NA* estará en el tablero principal donde indicará “Activación de la planta. Habilita el sistema de protección.

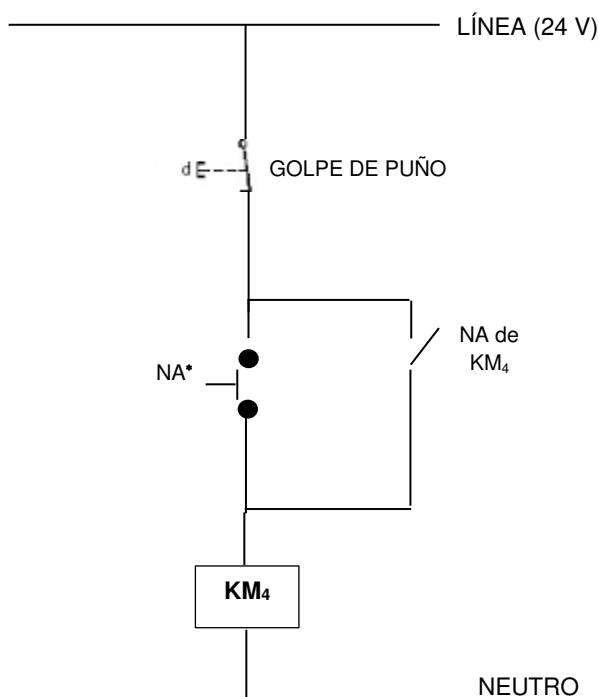


Fig. 30. Diagrama golpe de puño

Por lo tanto, cuando se abre el NC de KM1 (Puerta de ingreso al laberinto), se cierra el NA de KM4 y la planta queda fuera de servicio.

El circuito diseñado es totalmente apto para controlar la seguridad de la planta y tiene un consumo muy pequeño, siendo de 0,6 A cada contactor.

Se opta por los siguientes dispositivos para este circuito:



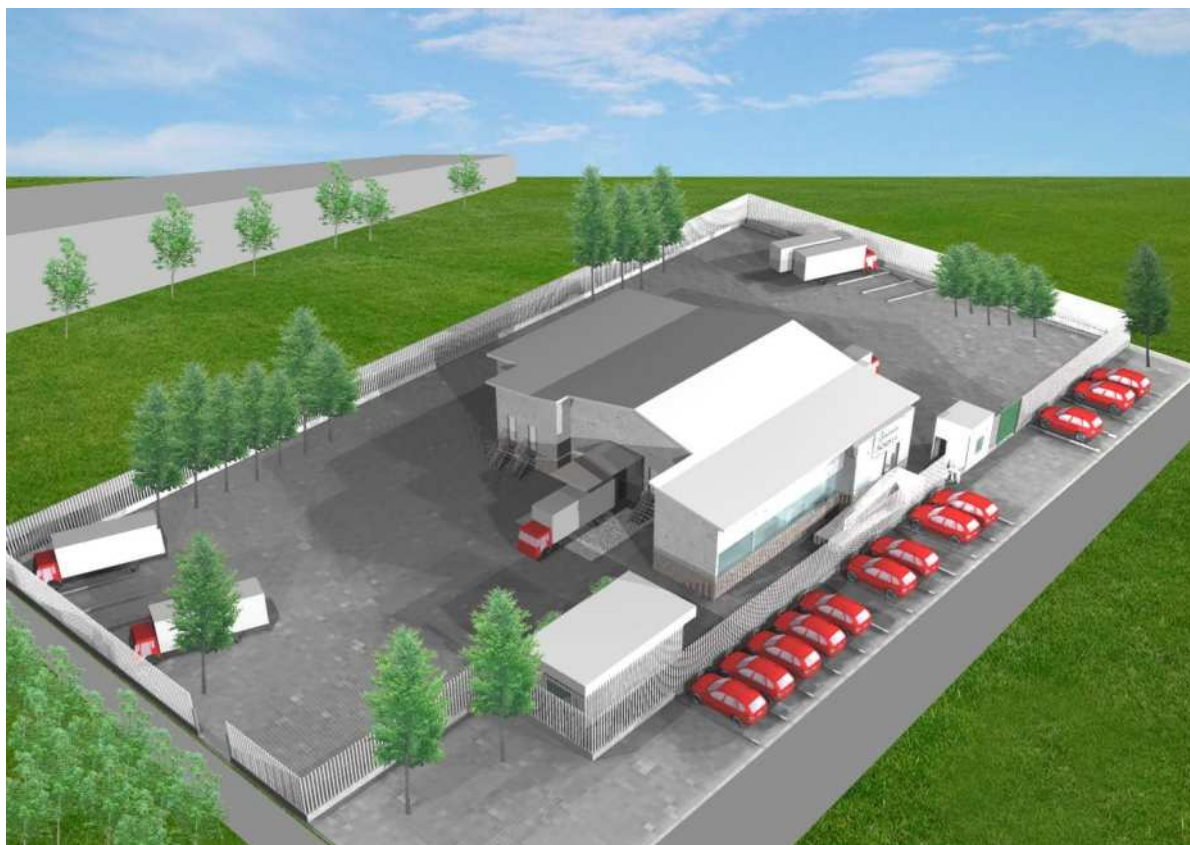
Fig. 30. Botón rojo de golpe de puño



Fig. 31. Contactor 12 A- 24 V de General Electric



Fig. 32. Transformador 220V-12V de 10 A



CAPÍTULO 8:

OBRAS CIVILES

Obras civiles

Condiciones generales de las fábricas y comercios de alimentos

El Código Alimentario Argentino en su capítulo 2 indica ciertas normas que deben cumplirse en establecimientos productores de alimentos, de las cuales adoptamos las siguientes:

- La capacidad de dichos locales no será inferior a 15 m³ por persona. La superficie total de las aberturas en los espacios donde se trabaje no será, en general, inferior a la sexta parte de la superficie del suelo en locales de hasta 100 m² y a la décima parte en locales de superficie mayor. Se admitirá menor superficie de aberturas siempre que se aumente proporcionalmente la capacidad por persona que trabaje en el local o el índice de renovación del aire.
- La iluminación se hará por luz solar, siempre que sea posible y cuando se necesite emplear luz artificial, ésta deberá ser lo más semejante a la natural. Las instalaciones eléctricas deberán ser empotradas o exteriores y en este caso estar perfectamente recubiertas por caños aislantes y adosadas a paredes y techos, no permitiéndose cables colgantes sobre las zonas de manipulación de alimentos.
- En los locales donde se manipulen o almacenen productos alimenticios envasados o no y que comuniquen o no con el exterior, las aberturas deberán estar provistas de dispositivos adecuados para evitar la entrada de roedores, insectos, pájaros, etc.
- Los locales ocupados por establecimientos, usinas, fábricas, depósitos, almacenes por mayor y menor y despachos de productos alimenticios, dispondrán de agua potable en cantidad suficiente y las piletas necesarias para el lavado de los recipientes, etc, dotadas de desagües conectados a la red cloacal o pozos sumideros reglamentarios.
- Deben mantenerse en todo momento en buen estado de conservación, presentación y aseo, y poseerán pisos contruidos con materiales impermeables.
- Todos los comercios que expendan productos de fácil alteración por el calor, deberán poseer un sistema de refrigeración adecuado para conservarlos.
- Las vías y zonas utilizadas por el establecimiento, que se encuentran dentro de su cerco perimetral, deberán tener una superficie dura y/o pavimentada, apta para el tráfico rodado. Debe disponerse de un desagüe adecuado, así como de medios de limpieza.

- Los edificios e instalaciones deberán ser de construcción sólida y sanitariamente adecuada. Todos los materiales usados en la construcción y el mantenimiento deberán ser de tal naturaleza que no transmitan ninguna sustancia no deseada al alimento.
- Los pisos, deberán ser de materiales resistentes al tránsito, impermeables, lavables y antideslizantes; no tendrán grietas y serán fáciles de limpiar y desinfectar. Los líquidos deberán escurrir hacia las bocas de los sumideros (tipo sifoide ó similar) impidiendo la acumulación en los pisos.
- Los pisos y las paredes serán de cemento y estarán recubiertos con esmalte epoxi, en la zona de elaboración. Este material presenta buena resistencia química, buen brillo, alta adherencia, resistencia a la abrasión y excelente nivelación. En el resto de las áreas se utilizará esmalte para piso de uso peatonal y para las paredes látex para interiores.
- Las paredes, se construirán o revestirán con materiales no absorbentes y lavables, y serán de color claro. Hasta una altura apropiada para las operaciones, deberán ser lisas, sin grietas, fáciles de limpiar y desinfectar. Los ángulos entre las paredes, entre las paredes y los pisos, y entre las paredes y los techos o cielorrasos deberán ser de fácil limpieza. En los planos deberá indicarse la altura del friso que será impermeable.
- Los techos o cielorrasos, deberán estar contruidos y/o acabados de manera que se impida la acumulación de suciedad y se reduzca al mínimo la condensación y la formación de mohos y deberán ser fáciles de limpiar.
- Las ventanas y otras aberturas, deberán estar contruidas de manera que se evite la acumulación de suciedad y las que se comuniquen al exterior deberán estar provistas de protección antiplagas. Las protecciones deberán ser de fácil limpieza y buena conservación.
- Las puertas, deberán ser de material no absorbente y de fácil limpieza.
- Las escaleras, montacargas y estructuras auxiliares, como plataformas, escaleras de mano y rampas, deberán estar situadas y contruidas de manera que no sean causa de contaminación.
- Los alojamientos, lavabos, vestuarios y cuartos de aseo del personal auxiliar del establecimiento deberán estar completamente separados de las zonas de manipulación de alimentos y no tendrán acceso directo a éstas, ni comunicación alguna.

- Todos los establecimientos deberán disponer de vestuarios, sanitarios y cuartos de aseo adecuados, convenientemente situados, garantizando la eliminación higiénica de las aguas residuales. Estos lugares deberán estar bien iluminados y ventilados y no tendrán comunicación directa con la zona donde se manipulen los alimentos. Junto a los retretes, y situados de tal manera que el personal tenga que pasar junto a ellos al volver a la zona de manipulación, deberá haber lavabos con agua fría o fría y caliente, provistos de elementos adecuados para lavarse las manos y medios higiénicos convenientes para secarse las mismas. No se permitirá el uso de toallas de tela. En caso de usar toallas de papel, deberá haber un número suficiente de dispositivos de distribución y receptáculos para dichas toallas.

Cabe destacar que antes, durante y finalizada la construcción de la planta, se debe contar con las habilitaciones correspondientes por parte de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) con previa intervención de la AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR (ARN), en lo que respecta a requisitos de seguridad, eficacia y buenas prácticas de higiene en la elaboración de los alimentos. Además, a la instalación se le asignará un número de referencia, efectuando todas las comunicaciones y publicaciones que correspondan. Asimismo, para el control del proceso dentro de la instalación se llevarán los registros adecuados, en particular los referentes a la dosimetría cuantitativa, tal como lo exige el CAA en el Capítulo III.

Asignación de espacios

Las áreas a tener en cuenta para la obra civil son:

- Playa de recepción
- Cámara de productos no irradiados
- Sala de irradiación y laberinto de ingreso
- Cámara de productos irradiados
- Playa de despacho
- Sala de control
- Sala de servicios auxiliares
- Sala de mantenimiento
- Sala de tratamiento de agua

-

Página 5 de 22

Cálculo de Áreas

Playa de recepción y playa de despacho

Cada playa de maniobra para camiones es de **367,5m²** (10,5m x 35m) y las mismas contarán con dos espacios semicubiertos de **50m²** cada uno. El piso de éstas será pavimentado con hormigón alisado encontrándose a 1,4m por debajo del nivel del piso de la planta, con el fin de que coincida la puerta del contenedor con la puerta de la cámara.

Dimensiones de un camión frigorífico tipo:

- Longitud (máx.): 17,6 m.
- Anchura: 2,6 m.
- Altura total (máx.): 4,1 m.
- Altura interior: 2,7 m.

Sala de irradiación y laberinto de ingreso

La sala de irradiación fue descrita en el capítulo 5, teniendo un superficie de 7m de largo por 3m de ancho, es decir:

$$A = 21 \text{ m}^2$$

En lo que respecta al recinto, el mismo consta de tres tramos, teniendo cada uno una superficie de 6m², 7,5m² y 7m².

$$\text{Área total} = 20,5\text{m}^2$$

Tanto las paredes de la sala de irradiación así como las del laberinto tendrán un espesor de 1,5m y serán construidas en hormigón vibrado cuya densidad varía a partir de los 3 g/cm³.

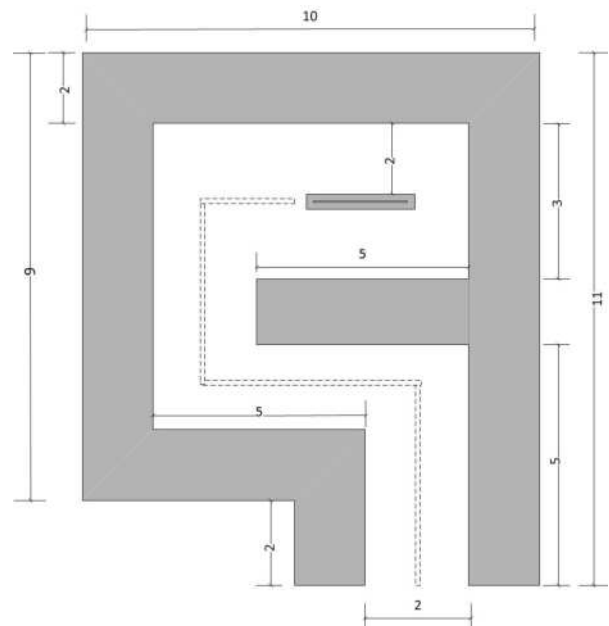


Fig. 2. Laberinto y sala de irradiación (en m).

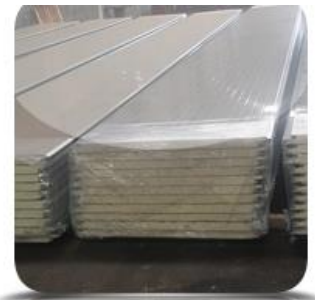
Cámara de productos no irradiados e irradiados

Para el cálculo del área que debe poseer la cámara se estima que tenga la capacidad para almacenar el doble de la carga completa de un camión. Esta consideración se hizo en base a que si un camión llega y no puede ser irradiado inmediatamente, se descargará todo el producto o parte del mismo dentro de la cámara en la zona de producto no irradiado a la espera de ser procesado; de igual manera, si el producto no puede ser cargado inmediatamente de procesado, se depositará en la zona de producto irradiado dentro de la cámara, a la espera de su carga para ser retirado. Para esto se consideran pallets estándar de 1,2m x 1,2m y 10cm de distancia entre cada uno.

La superficie mínima de la cámara se calcula de la siguiente manera:

- Carga de un camión (aprox.) = 22Tn = 22000kg
- Cantidad de pallets = $22000\text{kg} \div 1000\text{kg/pallet} = \mathbf{22 \text{ pallets}}$
- Área por pallet = $1,3\text{m} \times 1,3\text{m} = 1,69\text{m}^2/\text{pallet}$
- Área total de los pallets = $22 \text{ pallets} \times 1,69\text{m}^2/\text{pallet} = 37,18\text{m}^2$
- Área mínima de cada zona = $37,18\text{m}^2$
- Área mínima de la cámara = $37,18\text{m}^2 \times 2 = \mathbf{74,36\text{m}^2}$

Las paredes de dicha cámara tendrán una altura de 3m y serán construidas con paneles inyectados en poliuretano de alta densidad en acero galvanizado pre-pintado blanco en ambas caras con epoxi, tal como lo exige el CAA.



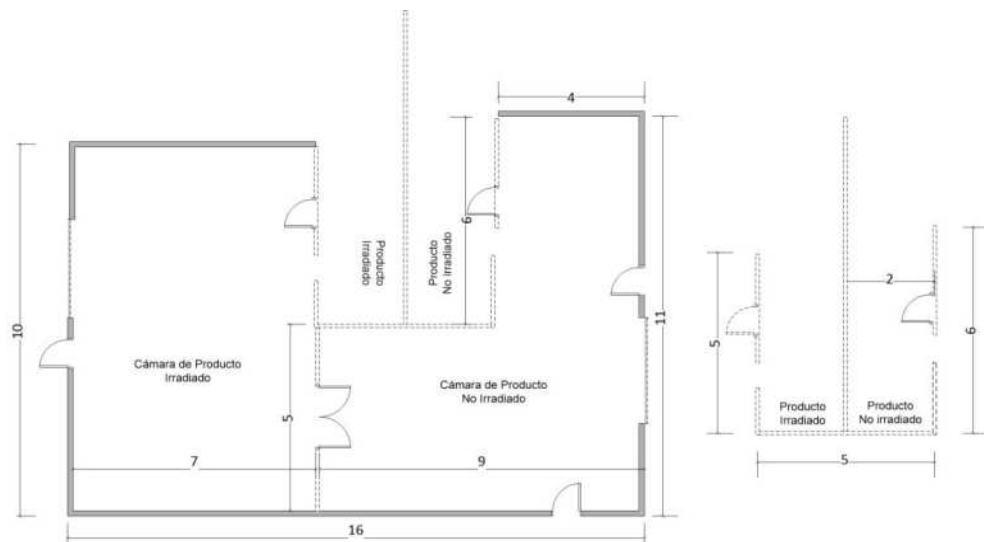


Fig. 3. Dimensiones de la cámara de refrigeración (en m)

Como puede verse en la figura, y teniendo en cuenta el espacio ocupado por las cinta transportadora, el área de cada sector es el siguiente:

$$\text{Sector de producto no irradiado} = 9\text{m} \times 5\text{m} + 4\text{m} \times 6\text{m} = 69\text{m}^2$$

$$\text{Área ocupada por la cinta} = 7,89\text{m} \times 0,6\text{m} = 4,74\text{m}^2$$

$$\text{Sector disponible para producto no irradiado} = 69\text{m}^2 - 4,74\text{m}^2 = 64,26\text{m}^2$$

$$\text{Sector de producto irradiado} = 7\text{m} \times 10\text{m} = 70\text{m}^2$$

$$\text{Área ocupada por la cinta} = 6,65\text{m} \times 0,6\text{m} = 4\text{m}^2$$

$$\text{Sector disponible para producto irradiado} = 70\text{m}^2 - 4\text{m}^2 = 66\text{m}^2$$

$$\text{Área total de la cámara} = 69\text{m}^2 + 66\text{m}^2 = 135\text{m}^2$$

En lo que respecta a cantidad de producto, la cámara cuenta con una capacidad para almacenar aproximadamente **79 Tn**, es decir que podría almacenarse perfectamente toda la producción para/de un día de trabajo (24 horas).

Malla divisoria

El tipo de malla es metal desplegado de acero inoxidable y se colocará en el interior del laberinto con el fin de separar los transportadores en los que entra producto no

irradiado y sale producto irradiado. Dentro del mismo, la malla tendrá un largo de 19,05m x 3m de alto.

Además, una malla de acero galvanizado dividirá a la cámara con el mismo fin, identificado cada sector con un color de suelo diferente y conectándose ambos mediante un portón por el cual podrán pasar operarios y autoelevadores. La misma tendrá un largo de 5m y un alto de 3m.

La entrada al recinto también se encontrará protegida con este tipo de divisorio, tal como se muestra en la figura. Además, esto contará con un portón de entrada y otro de salida, construido del mismo material.

Acorde a lo antes mencionado, el largo total de malla que se necesita es de 40,5m x 3m de alto.

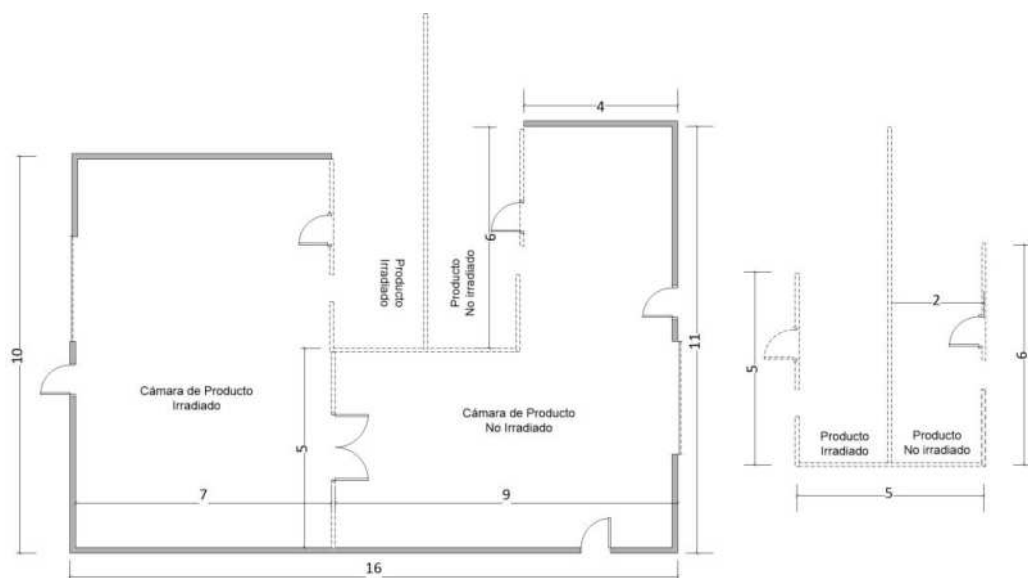


Fig. 4. Representación del enrejado. Las medidas están en m.

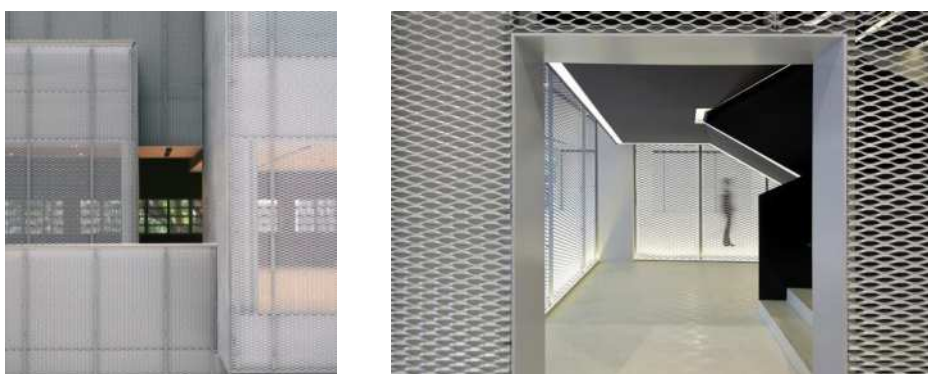


Fig. 5. Modelo de malla divisoria

Sala de control

Esta debe tener la capacidad para ubicar la consola de control de la sala de irradiación y demás herramientas de rutina. Sus dimensiones son 3m x 5m = **15m²**.

Sala de servicios auxiliares

En esta sala estarán ubicadas las unidades condensadoras del sistema frigorífico y el grupo electrógeno. La misma tendrá un espacio de 7m x 5m = **35m²**

Sala de mantenimiento

En dicha sala se encontrarán herramientas de rutina destinadas al mantenimiento de los equipos y la cinta transportadora (rodillos, cadena, motores, pistones). Sus medidas son de 3m x 2m = **6m²**

Sala de tratamiento de agua

Aquí se encuentra el equipo de ósmosis inversa, elementos de rutina para control de agua y la motobomba para incendios, siendo sus medidas de 3m x 2m = **6m²**

Sanitarios y vestuarios para operarios

- Sanitario masculino: 3,50m x 3,00m = **10,50m²**
- Sanitario femenino: 3,50m x 3,00m = **10,50m²**

Portería

Dimensiones: 3 m x 2,5 m = **7,5 m²**

Hall de entrada y pasillo

- Hall de entrada: 7m x 3m = **21m²**
- Pasillo: 2m x 10m = **20m²**

Oficinas

- Gerencia y Producción: 3m x 3m = **9m²**
- Comercial: 3m x 3m = **9m²**
- Administrativa: 7m x 3m = **21m²**

Total = **39m²**

Sala de reuniones

Dimensiones: 5m x 4m = **20m²**

Baño interno

Dimensiones: 3m x 3m = **9m²**

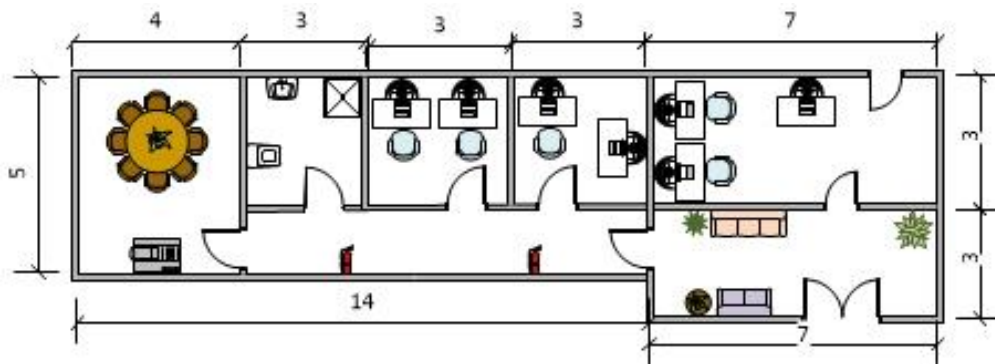


Fig. 6. Sector administrativo (medidas en m)

Cocina y comedor

Dimensiones: 12 m x 4 m = **48m²**

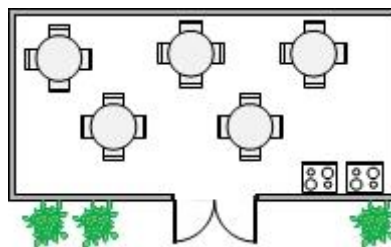


Fig. 7. Comedor

Pisos

La parte central de la planta (cámara, laberinto, búnker, salas y administración) será construida sobre una platea de fundación a una altura de 1,4m. La misma estará compuesta por: una capa de tierra (1,24m), un contrapiso de hormigón de cascote (12cm), una carpeta de asiento (2cm) y luego el piso de hormigón (2cm).

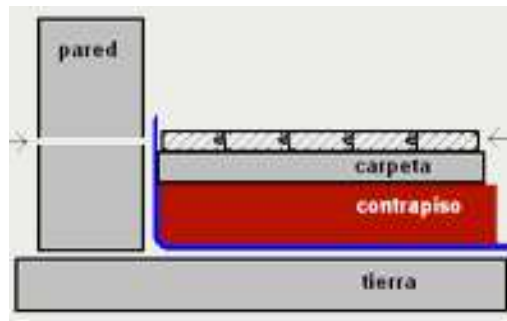


Fig. 8. Platea de fundación

- *Cámara, laberinto, búnker y salas:* el piso será construido de hormigón alisado recubierto con resina epoxi, dando la posibilidad de aplicar algún color en la zona que sea necesaria, cumpliendo con lo que exige el CAA.



Fig. 9. Piso de cámara frigorífica

- *Sector administrativo, comedor, portería y sanitarios:* se construirán con hormigón cubierto con pisos de porcelanato de diferentes colores y tramas, acorde al lugar.



Fig. 10. Pisos de porcelanato

Paredes

Las paredes de toda la planta, sector administrativo y comedor tendrán una altura de 3m y serán construidas de bloques de hormigón, exceptuando el laberinto y sala de irradiación. La parte interior de las mismas serán revocadas y pintadas con pintura látex de diversos colores acorde al sector.

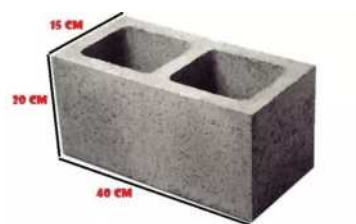


Fig. 11. Bloques de hormigón

Techos

- Sala de irradiación y laberinto: estará construido con hormigón vibrado, teniendo un espesor de 1,5m. La parte superior del búnker debe contar con un orificio escalonado por el cual se introduce el contenedor al momento de reponer la fuente.
- Cámara: será construido en su totalidad de paneles térmicos, cumpliendo con lo que exige el CAA.
- Salas, sanitarios, administración, portería y comedor: se construirá un techo completo con chapa galvanizada acanaladas. También se colocarán claraboyas construidas con zócalos de poliéster diseñados para poder adaptarse a la ondulación del panel con el fin de favorecer tanto la iluminación de los sectores, así como la ventilación de los mismos.

El techo que cubre cámara, salas, administración y comedor será a dos aguas con una inclinación de 20°, mientras que el techo de los sanitarios y portería tendrá una inclinación con el mismo ángulo, pero a un solo lado.

Además, en el sector administrativo, la portería, el comedor y los sanitarios se colocarán cielorrasos desmontables, mientras que en las salas serán de PVC.



Fig. 12. Claraboyas.



Fig. 13. Cielorraso desmontable



Fig. 14. Cielorraso de PVC

- Para los techos de playa de camiones se utilizarán chapas galvanizadas acanaladas con una inclinación hacia un lado de 20°, mientras que para el estacionamiento de autos dicho techo tendrá una curvatura.

Escaleras

- Se contarán con dos escaleras puentes móviles, las cuales serán colocadas por encima de las cintas transportadoras en ambos sectores de la cámara, con el fin de facilitar el movimiento del personal. Las mismas son fabricadas de aluminio y a medida.



Fig. 15. Escaleras móviles

- En la parte exterior de la cámara, se contará con escaleras para el ingreso o salida hacia/desde la misma, ya que el interior se encuentra unos metros por encima que la playa del exterior.



Fig. 16. Escaleras de ingreso o salida de cámara

Aberturas

- Para la carga y descarga de camiones se contará con puertas de enrollamiento vertical, realizadas con lona de tejido antidesgarro recubierta de doble capa de PVC y estructuras de acero galvanizado. Sus medidas serán de 2,6m x 2,6m, coincidiendo así con la puerta del contenedor del camión. Además, las mismas contarán con abrigos aislantes retráctiles laterales y superiores contruidos de lona, adaptándose a diferentes tipos de camiones y cumpliendo con lo exigido por el CAA.



Fig. 17. Puerta para carga y descarga de camiones con abrigo aislante

- Las puertas de ingreso a la cámara y a las salas estarán construidas de acero con aislamiento térmico. Las ventanas de dichas salas serán de aluminio corredizas para favorecer la ventilación del lugar.



Fig. 18. Puertas y ventanas para las distintas salas

- Para la entrada a los sanitarios se utilizarán puertas de chapa galvanizada y ventanas de proyección de aluminio.



Fig. 19. Puertas y ventanas para sanitarios

- La puerta de ingreso al comedor será de doble hoja, vidriada y resistente al fuego. Las ventanas del mismo serán de aluminio también vidriadas, favoreciendo la iluminación y la ventilación del lugar.



Fig. 20. Puertas y ventanas del comedor.

- La entrada principal tendrá una puerta giratoria y ventanales de termopaneles fijos a lo largo de todo el frente del edificio.



Fig. 21. Diseño de la entrada y frente del sector administrativo

- Las oficinas y sala de reuniones también tendrán las puertas y su frente vidriado. Para crear privacidad para los puestos jerárquicos se instalarán divisorias vidriadas con serigrafía translúcida en algunos sectores, graduando así la conectividad visual entre los distintos espacios. La sala de reuniones principal también fue diseñada de manera de brindar mayor privacidad a los usuarios. Tanto la sala de reuniones como la oficina que da con el exterior, tendrán ventanas fijas vidriadas.



Fig. 22. Diseño de las oficinas y sala de reuniones

- La portería contará con una puerta de acero galvanizado y dos ventanas de una hoja corredizas (una hacia cada entrada).

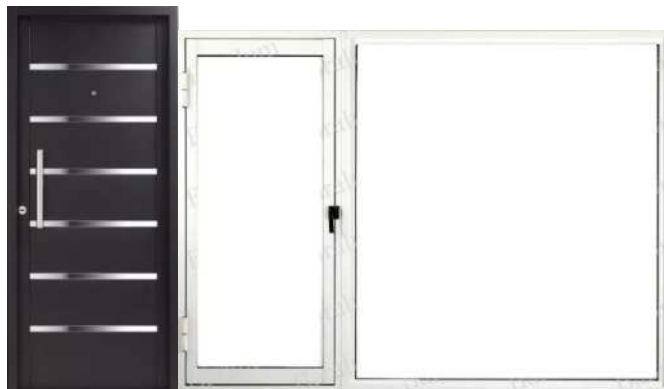


Fig. 23. Puerta y ventana para portería

Amoblamientos

- En las oficinas y la portería se colocarán escritorios en L, sillas operativas y bibliotecas bajas, uno por cada puesto.



Fig. 24. Amoblamiento para oficinas y portería

- El comedor se equipará con mesas y sillas de caño tapizadas, teniendo la capacidad suficiente para recibir a todo el personal.



Fig. 25. Mesas y sillas para comedor

- En el hall de entrada se colocarán sillones para el descanso de nuestros clientes mientras esperan ser atendidos.



Fig. 26. Sillón para hall de entrada

Estacionamiento

- Autos: la planta contará con un estacionamiento semicubierto en el frente de la misma con una capacidad para 19-20 vehículos, teniendo un área de **536m²** (67m x 8m).
- Camiones: se encontrarán tanto en la zona de descarga como en la de despacho, teniendo una capacidad para 5 camiones en cada lado.

Los estacionamientos estarán pavimentados al igual que el camino por donde circularán los camiones dentro de la planta, cumpliendo con lo que establece el CAA.

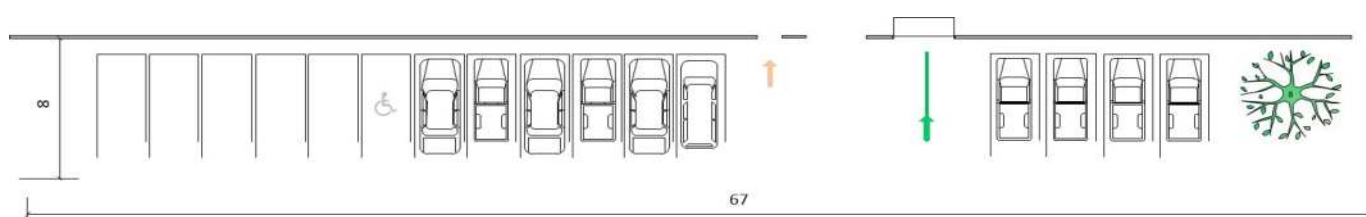


Fig. 27. Dimensiones del estacionamiento exterior (medidas en m)



Fig. 28. Estacionamientos para autos (izquierda) y camiones (derecha)

Espacios verdes

Son extensos y suficientes. Se prevé la contratación de un jardinero para el mantenimiento externo cuando se requiera.

Cerco Perimetral

Se prevé la construcción de un cerco perimetral alrededor de toda la planta que será de 40m x 80m. El mismo estará constituido por un muro de no más de 50 cm de altura y un enrejado formado por tubos redondos verticales empotrados en el mismo, teniendo una altura total de 3m aproximadamente.



Fig. 29. Enrejado de tubos redondos verticales

Ingreso

Portones de entrada automatizados

- Para el ingreso y salida de camiones se colocarán portones corredizos con un sistema automatizado de apertura y cierre que se podrá comandar desde portería.



Fig. 30. Portón corredizo automatizado

- Para el ingreso y salida de personal a pie se colocará un molinete junto a la portería con identificador.



Fig. 31. Molinete para entrada y salida de personal a pie

Resumen

Área Total del sector productivo (aprox.): $16\text{m} \times 22\text{m} = 352\text{m}^2$

Área total del sector administrativo: $16\text{m} \times 6\text{m} = 96\text{m}^2$

Área Total del terreno: $47\text{m} \times 80\text{m} = 3760\text{m}^2$ (0,376 hectáreas)



PARTE III: **ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL**

CAPÍTULO 9:

ESTRUCTURA JURIDICA DE LA EMPRESA



Estructura jurídica de la empresa

Introducción

Una vez analizada la actividad económica y financiera del proyecto empresarial y su viabilidad, es necesario elegir cuál va a ser la forma jurídica que se adopta para llevar a cabo dicha actividad económica empresarial.

En nuestro país existen distintas formas jurídicas previstas en el régimen legal para operar comercialmente. A los fines de limitar la responsabilidad y salvaguardar el patrimonio personal, es preferible para este tipo de emprendimiento adoptar alguno de los tipos de sociedades previstos en la *Ley 19.550* de Sociedades Comerciales.

Una sociedad comercial existe cuando una o más personas en forma organizada, conforme a los tipos previstos por ley, se obligan a realizar aportes para aplicarlos a la producción o intercambio de bienes o servicios, participando de los beneficios y soportando las pérdidas.

Para que una sociedad se encuentre debidamente constituida, es necesario inscribirla en el Registro Público de Comercio correspondiente a su zona de actividad, según el procedimiento establecido para ello.

La Ley de Sociedades prevé varios tipos sociales, cada uno con sus características particulares.

En este caso particular se decide por la adopción de una sociedad anónima (SA). Algunas de las razones de esta elección son:

- Se tendrá una gran estructura y capital con una alta inversión inicial.
- Se analiza la posibilidad de expandirse debido a la gran cantidad de posibles clientes (frigoríficos no sólo de Entre Ríos sino de toda la Argentina) que inclusive puedan convertirse en accionistas.
- El capital social se divide en acciones que pueden transmitirse libremente, de manera que se motiva la inclusión de nuevos socios y el mantenimiento económico de la empresa, facilitando la incorporación de un amplio número de socios inversores.
- En la organización se requiere de una distribución clara de las tareas con el fin de tener personal dedicado a pensar estrategias de mercado que permitan incorporar esta tecnología al sector alimenticio, y también encargados de

realizar proyecciones a futuro en base a la posible demanda de la misma en sectores distinto a la rama alimentos como por ejemplo en sectores de la medicina (Plantas multi-propositos).

- La responsabilidad de los socios inversores está limitada al capital aportado.
- Comparando con una Sociedad de Responsabilidad Limitada se observan ciertas ventajas de las Sociedades Anónimas. Las S.R.L son útiles para empresas de tamaño pequeño sin posibilidad de expandirse, es obligatorio llevar una contabilidad formal, las participaciones no son fácilmente transmisibles y su venta queda regulada por los estatutos de la sociedad y la Ley, teniendo prioridad los restantes socios.

Dada la situación del sistema financiero actual, si la sociedad necesita financiación, lo normal es que se pida garantía personal.

Constitución de las sociedad anónimas - Principales características (Ley 19.550)

A continuación, se detallan algunas características principales de las S.A. a tener en cuenta para su constitución.

1. *Accionistas:* A partir de la reforma introducida por la Ley 26.994 del año 2015, se unificaron los Código Civil y Comercial y se reformó la ley 19.550. Ahora se permite incluso la sociedad anónima unipersonal.

2. *Capital social:* El monto mínimo del capital social es de \$ 100.000.- (Art. 186 LGS). Mientras que en el acto de constitución deberá suscribirse el 100% del capital social. Los socios podrán integrarlo en especie o efectivo. Si el aporte es en efectivo, podrá integrarse solamente el 25% del monto suscrito, debiendo los accionistas integrar el resto del capital social dentro de un plazo no mayor a 2 años, contados a partir de la fecha de constitución de la sociedad.

3. *Administración:* el órgano de administración de las S.A. es el Directorio, el que podrá estar compuesto por uno o más directores titulares e igual o menor número de

directores suplentes, socios o no, designados todos ellos por la Asamblea de Accionistas. En las sociedades cuyo capital social sea superior a \$ 10.000.000 el Directorio deberá estar integrado por al menos tres miembros. Los directores podrán ser reelectos indefinidamente. El estatuto precisará el término por el cual serán elegidos los mismos, no pudiendo su elección exceder de tres ejercicios. Los directores podrán ser nacionales o extranjeros; sin embargo, la mayoría absoluta de los miembros del Directorio deberá tener domicilio real en la República Argentina.

El Directorio deberá reunirse al menos una vez cada tres meses. Todos los directores titulares deberán constituir una garantía por el ejercicio de sus funciones. La garantía podrá consistir en bonos, títulos públicos o sumas de moneda nacional o extranjera depositados en entidades financieras o cajas de valores, a la orden de la sociedad; o en fianzas o avales bancarios o seguros de caución o de responsabilidad civil a favor de la misma, siendo estas últimas las más utilizadas en la práctica. En ningún caso procederá constituir la garantía mediante el ingreso directo de fondos a la caja social.

4. Gobierno: Los accionistas de las S.A. deberán reunirse en Asamblea General Ordinaria, al menos una vez al año, a efectos de considerar los estados contables de la sociedad, determinar el destino del resultado del ejercicio social, aprobar la gestión del Directorio y, de corresponder, designar nuevos directores.

5. Fiscalización interna: La sociedad podrá designar un órgano de fiscalización interna, el que estará a cargo de uno o más síndicos e igual o menos número de síndicos suplentes, designados todos ellos por la Asamblea de Accionistas. Los síndicos deberán ser abogados o contadores públicos con título habilitante y tener domicilio real en la República Argentina. Las sociedades cuyo capital social sea menor a \$10.000.000 podrán prescindir de sindicatura.

6. Régimen fiscal: Las S.A. están sujetas al impuesto a las ganancias por el 35% de las mismas.

7. Obligaciones y deberes de información al Registro Público de Comercio:

i. Libros contables y societarios: las S.A. deberán llevar un registro de las resoluciones adoptadas por sus órganos, las que serán transcritas en los respectivos

libros, permitiéndose actualmente llevarlos en medios mecánicos. En tal sentido, deberán contar con los siguientes libros contables: Inventario y Balance, Libro diario, IVA Compras e IVA Ventas; y los siguientes libros societarios: Directorio, Actas de asambleas, Depósito de acciones, Registro de asistencia a asambleas y Registro de accionistas.

ii. Presentación de estados contables: deberán presentar los mismos dentro de los 15 días posteriores a la celebración de la asamblea anual que los considere.

iii. Cambios de directorio, sede social y reformas del estatuto social: inscribir todo cambio en la composición del Directorio, cambio de su sede social y las reformas del estatuto social.

iv. Comunicaciones especiales: se debe comunicar los pedidos de concurso o quiebra, los autos declarativos de quiebra o apertura de concurso, homologación de acuerdos preventivos o resolutorios, las sanciones que le sean aplicadas por otros organismos de control, la pérdida del cincuenta por ciento o más del capital social.

v. Tasas anuales: abonar una tasa anual cuyo monto se determinará con relación a la sumatoria del capital social que surja de sus estatutos y de la cuenta ajuste de capital resultante de sus estados contables.

Pasos para la Constitución de una sociedad anónima

La sociedad anónima se registrará en la provincia de Entre Ríos. En la misma se ubicará la planta y será domicilio de sus socios.

1. Reserva de nombre en el Registro Público de Comercio (Gamma Energy S.A).
2. Redacción y suscripción del Acta Constitutiva y el Estatuto Social. Debe ser por escritura pública. Se debe ser cuidadoso en la redacción del objeto social propuesto, debe ser preciso y determinado, y el mismo debe guardar relación con el capital de la sociedad que se constituye.

Se publica en el Boletín Oficial por el plazo de un día, donde deberán constar: los datos de inscripción de cada uno de los socios; la fecha en que se firmó el instrumento de constitución; la denominación de la sociedad; la sede social; el plazo de duración de la sociedad; el Capital Social; la composición de los órganos de administración y fiscalización, nombres de sus miembros, y, en su

caso, duración en los cargos; la organización de la representación legal; y la fecha de cierre del ejercicio social.

3. Depósito realizado en el Banco de la Nación Argentina de aportes dinerarios y/o la documentación que corresponda a aportes no dinerarios
4. Pago de tasa de constitución.
5. Presentación dictamen precalificatorio.
6. Presentación de inicio del trámite en el Registro Público de Comercio, solicitando la conformidad Administrativa de Constitución e Inscripción firmada por el Representante Legal de la Sociedad o el Designado en el Contrato Social.

La Dirección de Inspección de Personas Jurídicas de la Provincia de Entre Ríos funciona en Gualeguaychú 912 departamento de Paraná. El tiempo de demora del trámite se estima en 45-60 días hábiles.

Impuestos nacionales que alcanzan a este tipo societario

Impuesto a las Ganancias

Impone todas las ganancias, incluyendo las de capital, obtenidas por las personas de existencia visible o ideal. Mientras que los residentes en el país tributan por sus ganancias obtenidas en el país y en el extranjero, los no residentes tributan exclusivamente sobre las ganancias de fuente argentina.

En las empresas la tasa aplicable al resultado imponible es de **35%**.

Impuesto al valor agregado (IVA)

El IVA es un impuesto que se aplica al precio de venta de bienes y servicios en cada etapa de la comercialización, pudiéndose tomar como pago a cuenta los montos erogados por el pago de este impuesto en las etapas anteriores, incidiendo exclusivamente sobre el consumidor final. Las importaciones son también consignadas con las mismas tasas que se aplican a los productos o servicios locales. Las exportaciones no están gravadas.

Se aplica en general sobre:

- Las ventas de cosas muebles situadas o colocadas en el territorio del país.
- Servicios realizados en Argentina
- Las importaciones definitivas de cosas muebles.

- Servicios prestados en el exterior, pero con efectos o para uso en Argentina

La alícuota general del IVA es del **21%**.

Impuestos locales

Son aquellos que tienen aplicación en el ámbito provincial o municipal. En Entre Ríos rigen tres tipos de impuestos:

1. Impuesto a los sellos: es el impuesto al acto, contrato u operación de carácter oneroso, instrumentado, otorgados en esta provincia o que efectuados en otra jurisdicción deban producir efectos en esta, también están alcanzadas las operaciones monetarias que representen entregas o recepciones de dinero a interés por entidades financieras regidas por la Ley 21.526, las operaciones realizadas a través de tarjetas de crédito o de compra y las operaciones realizadas por correspondencia desde el momento que se formule la aceptación de la oferta. El impuesto a los sellos se aplica sobre la transferencia de inmuebles y automotores, fundamentalmente.
2. Ley 4.035: el aporte de esta ley es un fondo de asistencia social, que se forma con el aporte patronal y el aporte personal de los empleados, obreros y demás personas que trabajan en relación de dependencia en el ámbito privado y público, nacional, provincial y municipal, determinado sobre el monto mensual devengado en concepto de remuneraciones. Asimismo, este tributo será eliminado gradualmente hasta diciembre de 2019.
3. Ingresos brutos: grava el ejercicio habitual y a título oneroso en la provincia de Entre Ríos de cualquier actividad (agro, industria y comercio), cualquiera sea el resultado económico obtenido y la naturaleza del sujeto que la desarrolle. El gravamen se determinará sobre la base de los ingresos brutos devengados durante el período fiscal por el ejercicio de la actividad gravada.

Son contribuyentes de este impuesto las personas físicas, sociedades con o sin personería jurídica y demás entes con domicilio fiscal en Entre Ríos y que desarrollan actividades en esta Provincia.

Impuesto Inmobiliario

Su monto se fija en función del valor fiscal de la propiedad.

CAPÍTULO 10:

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA Y PERSONAL DE LA EMPRESA



Estructura organizativa y personal de la empresa

Todas las empresas tienen una estructura organizacional que las define. Los objetivos y metas a conseguir determinan cómo están organizadas las compañías en niveles jerárquicos, departamentales, funcionales, entre muchas otras unidades de negocio. De ahí, que la estructura organizacional de una empresa sea el sistema jerárquico elegido por el que se gestiona un grupo de personas para cumplir con el crecimiento continuo de la compañía. A través de una tabla en donde se refleja la estructura y diseño organizacional de una empresa, todos los empleados tienen claro cuál es su posición dentro del sistema. Este orden permite establecer protocolos de actuación, procesos optimizados, trabajos productivos y resultados controlados.

Según la definición del académico Mintzberg (1984), «*una estructura organizacional es el conjunto de todas las formas en que se divide el trabajo en tareas distintas y la posterior coordinación de las mismas*».

Mientras que Strategor (1988) explica que una estructura organizacional «*es el conjunto de las funciones y de las relaciones que determinan formalmente las funciones que cada unidad deberá cumplir y el modo de comunicación entre cada unidad*».

Características de la estructura organizacional de una empresa

Antes de definir la mejor estructura a implementar en la organización, es preciso ver algunas de las principales características de la estructura organizativa.

- Se trata de un proceso *continuo y versátil* con el tiempo.
- Puede ser *centralización o descentralizada*, dependiendo si las decisiones parten de un conjunto de altos cargos o de los propios equipos de trabajo, respectivamente.
- *Especialización* de las distintas áreas. Cuanto mayor es la empresa, más especialización se requiere.
- *Coordinación y colaboración* entre equipos o departamentos.
- *Estandarización* de protocolos, burocratización y procedimientos.
- Debe *representar realmente a las personas* que componen la empresa.
- Adaptada a la *estrategia* que persigue la organización.

- Dirigida a los *objetivos alcanzables*.
- Acorde con la *tecnología y herramientas* disponibles.
- El *entorno sectorial* de la empresa es un elemento que condiciona su estructura.
- Cada persona debe saber dónde encontrar lo que necesita para ejecutar sus funciones.
- *Funciones definidas claramente y entendidas* por todo el equipo.
- Toda estructura organizacional formal tiene paralelamente una *estructura informal* de relaciones entre las personas de los equipos de trabajo. Es lo que se denomina estructura organizacional real.

La empresa tendrá una estructura que le permita un ritmo acelerado en la toma de decisiones y que se amolde de manera rápida a los cambios en las estrategias de mercado que puedan ir surgiendo a lo largo del tiempo. Esto supone que la transparencia y un continuo *feedback* serán los principales elementos de la estructura organizacional.

Estructura organizacional de la Planta de Irradiación Industrial

Para establecer la Estructura Organizativa se debe:

1. Identificar y clasificar las actividades que se tienen que realizar en la empresa.
2. Agrupar estas actividades.
3. A cada grupo de actividades se le asigna un responsable con autoridad para supervisar y tomar decisiones.
4. Coordinar vertical y horizontalmente la estructura resultante.

En la siguiente tabla se pueden observar los tres primeros puntos antes mencionados, mientras que en la imagen se muestra la coordinación vertical y horizontal por medio de un organigrama.

Área	Actividades	Responsable	Autoridad
Producción	Carga/descarga de producto	Ayudante operador	Jefe de Producción
	Control del proceso de irradiación	Encargado de operación	
	Protección radiológica	Encargado de protección radiológica	
	Mantenimiento	Encargado de mantenimiento	
	Limpieza	Personal de limpieza	
Administración y Finanzas	Control administrativo de entrada/salida de productos. Clientes y marketing.	Jefe comercial	Gerente General
	Administración del dinero, recursos humanos y seguridad	Jefe administrativo	

Tabla 1. Organización de la empresa



Fig. 1. Organigrama de la empresa

Personal y sus funciones

A continuación, se detalla el personal requerido y se presenta una descripción de las tareas, responsabilidades y formación del mismo. Parte de la estructura organizativa de la planta está estipulada en el artículo 174 del Código Alimentario Argentino y deben ser capacitados por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y haber realizado una práctica a juicio de la CNEA satisfactoria en instalaciones de irradiación o radioactivas relevantes compatibles.

Gerente General

Administrará la empresa; pondrá en marcha las planeaciones y políticas determinadas en el directorio; contratará servicios externos cuando sea necesario; será el encargado de la adquisición de nuevos equipamientos y el nexo entre los clientes y la empresa. En su formación, será un profesional de las ramas de la ingeniería o las ciencias de la administración, con marcada experiencia en la administración de organizaciones.

Jefe Comercial

Será responsable de llevar adelante las actividades relacionadas con el área de clientes-proveedores y facilitará los medios para el correcto desempeño del cargo del Gerente General, respondiendo a él. Será responsable de llevar adelante el papeleo necesario para asentar el ingreso de productos, tales como remitos, planillas internas y base de datos. También de la atención de proveedores y clientes, ya sea telefónica o personalmente. Tomará y enviará los pedidos a la zona de producción correspondiente.

En su formación, será una persona preparada en cuestiones organizativas, con manejo de informática e inglés, con buena presencia.

Tendrá a cargo a dos personas, un encargado del sector “Clientes” y otro de “Marketing”.

Jefe Administrativo

Esta persona tendrá que ser un profesional en la materia, es decir un Licenciado en Administración de Empresas o Contador. Sus actividades serán las de mantener el orden en lo que respecta a la parte contable, así como también ayudar y apoyar al gerente general en las actividades que éste le demande, relacionadas al control y liquidación de sueldos del resto del personal, compra de insumos y materia prima. Además, coordinará las actividades de asesoría legal y contable externa.

Responderá al Gerente General y tendrá a cargo a cinco personas, el encargado de “Compras”, el de “Finanzas”, el de “Recursos Humanos”, así como también el encargado de seguridad y portería.

Encargado de Recursos humanos

Se encargará de las tareas relacionadas con el personal de la empresa. Algunas de sus funciones serán:

- La selección, con el proceso adecuado para contratar a la persona más idónea al puesto.
- La capacitación del personal, un proceso que debe ser continuo.
- La administración de sueldos, beneficios y prestaciones, con todo lo que ello conlleva y procurando la satisfacción de los trabajadores en pro de la empresa.
- Controlar los horarios de trabajo y asistencia.

Deberá ser un profesional de la rama de la administración y organización de empresas. Podría ser un Técnico Superior Administración y Finanzas o Licenciado en Recursos Humanos.

Jefe de Producción

Administrará la producción, coordinará el plan de producción y tomará decisiones respecto al mantenimiento de la planta y equipos. A su cargo estará el personal de producción, protección radiológica y mantenimiento. Responderá al Gerente General. Deberá ser un profesional universitario de la rama de la ingeniería, preferentemente en Química o Alimentos. Deberá contar con experiencia en el control de producción como así también, presentar un perfil adecuado para el desarrollo interpersonal. Será el responsable del Sistema de Programación de producción en conjunto con el Gerente General y el Jefe comercial de la empresa.

Encargado de operación

Entre los requerimientos para esta tarea deberá estar habilitado por CNEA. Cuando sea necesario esta organización tomará a su cargo la capacitación en radioactividad, interacción de la radiación con la materia, de dosimetría de fuentes selladas y de generadores de radiación ionizante.

Deberá poseer capacitación específica en operación de una planta de irradiación, interpretación de normas para irradiación de productos y control de calidad del procedimiento de irradiación, participación en el mantenimiento en zonas controladas e intervención en emergencias.

Es responsable de la correcta recepción, rotulación, manipuleo, almacenaje y despacho de la mercadería; de que el producto reciba la dosis establecida, en las condiciones predeterminadas acordes con la legislación vigente sobre irradiación de alimentos y de que se efectúen y registren todos los controles correspondientes.

Irradiará únicamente productos previamente señalizados por el ayudante operador y antes de proceder a la irradiación colocará en cada contenedor o módulo de irradiación el monitor indicador de irradiado.

Verificará que se cumplan todas las condiciones establecidas, tanto para la instalación, como para la fuente y el alimento, antes de iniciar la irradiación del producto. Deberá volcar en el Registro de la Planta el n° de lote, fecha, dosis, cantidad de producto de que se trate, cliente o marca y su firma y aclaración, en los casos que no opere un registro automático.

Asimismo, deberá resolver sobre alternativas (medidas, tipo de envase), siempre que las especificaciones particulares lo permitan.

La planta contará con un Encargado de operación por turno y tendrá a su cargo a seis ayudantes operadores de dicho turno.

Encargado de Protección Radiológica

Tendrá a su cargo la Seguridad Radiológica de la Planta. Deberá poseer capacitación específica en planificación y supervisión de las tareas rutinarias y/o en emergencias en una planta de irradiación. En este aspecto deberá asentar en el Registro de Operaciones toda modificación o degradación de la instalación que pueda influir sobre la calidad del procedimiento de irradiación y comunicarlo a la CNEA, la que deberá informar de inmediato a la Agencia Regulatoria Nuclear (ARN).

Verificará la realización de las acciones de control y calibración establecidas y su comunicación a las autoridades pertinentes, cuando corresponda.

En caso de anormalidades deberá comunicarlo a CNEA la que deberá informar de inmediato a la ARN.

La planta contará con un Encargado de Protección Radiológica por turno.

Encargado de mantenimiento

Esta persona será un técnico con estudios secundarios en electromecánica, que a juicio de la CNEA esté capacitado para asumir dicha función. Deberá estar habilitado

por la CNEA en los mismos temas y con la misma profundidad que para el Jefe de Operación.

Deberá poseer capacitación específica en programación y ejecución de mantenimiento en zonas controladas, supervisión de personal auxiliar de mantenimiento, efectos de radiación sobre materiales (con especial énfasis en daños) e intervención en emergencias.

Deberá rendir cuenta al jefe de Producción. Contará con el apoyo de un ayudante de mantenimiento.

Será responsable de efectuar el mantenimiento preventivo y el correctivo que se requiera para que la planta se mantenga en los niveles de confiabilidad y eficiencia con que fue licenciada. Debe garantizar los suministros de servicios auxiliares tales como energía eléctrica, agua, etc. en los procesos de manufactura. Recomendará la contratación de los servicios de terceros necesarios para el mantenimiento de los equipos e instalaciones de los procesos productivos. Deberá analizar las cotizaciones y asesorar al departamento de compras, en la selección de la mejor alternativa desde el punto de vista técnico–económico. Establecerá las especificaciones para la compra de instrumentales en coordinación con el área afectada.

Operarios

Ayudante operador en la zona de carga/descarga

Coordinará el arribo de Materia Prima e Insumos a planta. Tendrá a cargo el funcionamiento del equipo de manejo de materia prima. Responderá al Encargado de operación y deberá asegurar que el Sistema de Programación de la producción, establecido por el Jefe de Producción, se lleve a cabo de manera correcta.

En su formación, será una persona con secundario completo, capacitada en el manejo de los equipos específicos que debe operar. La planta contará con seis ayudantes operadores por turno.

Ayudante de mantenimiento

Realizará tareas de mantenimiento colaborando con el Encargado de Mantenimiento respondiendo a este.

En su formación, será una persona con secundaria completa, con conocimiento básico en electromecánica, soldadura, etc. La planta contará con un ayudante de mantenimiento por turno.

Personal de limpieza

Se encargará de la limpieza del sector administrativo, producción y sanitarios. Responderá al Encargado de Mantenimiento. La planta contará con un ayudante de limpieza por turno.

Otros

- Portería: se contará con un portero por turno.
- Seguridad: se contará con un oficial de seguridad por turno.
- Jardinero: se contratará eventualmente un jardinero para el mantenimiento de espacios verdes.

Salarios

Para determinar los salarios se categoriza a los trabajadores según el Convenio Colectivo de Trabajo 244/94 que en su capítulo II (Descripción de tareas. Agrupamiento por categorías del personal jornalizado. Su categorización describe las categorizaciones más acordes para el personal de esta empresa:

Art. 3º - Elaboración, envasamiento y varios

Operario: Es el trabajador que se emplea en tareas generales que no demandan especialidades ya categorizadas en el presente convenio.

Operario general: Es el trabajador sin oficio destinado a trabajos que requieran habilidad manual en su ejecución, o bien aquel que se encuentre ocupado en tareas auxiliares del medio oficial u oficial.

Operario calificado: Son los que tienen a su cargo una tarea de responsabilidad en el proceso de elaboración y se encuentran en condiciones de asistir al medio oficial en sus tareas, pero no reemplazarlo en ella pudiendo en algunos casos desarrollar tareas de índole administrativa acorde con la función que desempeña.

Medio oficial: Es el trabajador que tiene a su cargo máquinas, procesos mecanizados o que aún no ha adquirido la competencia necesaria para ejecutar su tarea dentro de

la especialidad con la eficiencia, precisión y conocimiento exigibles al oficial, pero que está en condiciones, eventualmente, de reemplazarlo en caso necesario y con participación en tareas administrativas acorde con la función que desempeña.

Oficial: Es el trabajador que habiendo realizado el aprendizaje de un oficio determinado, lo ejecuta con precisión y desarrolla con eficiencia cualquier trabajo dentro de su especialidad y con participación en tareas administrativas acorde con la función que desempeña.

Oficial general: Es el oficial que posee mayores conocimientos y por tal motivo se encuentra en condiciones de desempeñarse, y realiza sus tareas en distintas etapas de los procesos de elaboración de una misma rama de las comprendidas en la presente convención colectiva de trabajo y con participación en tareas administrativas acorde con la función que desempeña.

Oficial calificado: Es aquel oficial que se encuentra, por sus conocimientos teórico-prácticos en condiciones de desempeñarse, y realiza sus tareas en los diferentes procesos de elaboración de distintas ramas comprendidas en la presente convención colectiva de trabajo, y con participación en tareas administrativas acordes con la función que desempeña.

Art. 4º - Del personal de mantenimiento y oficios varios:

Operario calificado y/o auxiliar: Es el operario destinado a todas las tareas generales del sector, asistiendo cuando así lo requiera la empresa, al medio oficial o al oficial participando en tareas administrativas afines a su labor, cuando sea necesario.

Medio oficial general: Es el trabajador que se encuentra en condiciones de efectuar la tarea dentro de su especialidad, pero que aún no ha adquirido la competencia necesaria para ejecutarla con la eficiencia, precisión y conocimientos exigibles al oficial, pero que eventualmente podrá reemplazarlo y con participación en tareas administrativas afines a su labor, cuando así se lo requiera. Se encuentran incluidos en este grupo exclusivamente los medio oficiales mencionados en el punto de oficial de oficios generales.

Oficial de oficios varios: Es el trabajador que habiendo realizado el aprendizaje de un oficio determinado, lo ejecuta con precisión y desarrolla con eficiencia cualquier trabajo dentro de su especialidad, con participación en tareas administrativas afines a su labor, cuando así se requiera. Se encuentran incluidos en este grupo los siguientes

oficiales expresamente enunciados: pintor, carpintero, albañil, engrasador, aceitero, plomero y vidriero.

Oficial de oficios generales: Es el trabajador que habiendo realizado el aprendizaje de un oficio determinado lo ejecuta con precisión y desarrolla con eficiencia cualquier trabajo dentro de su especialidad, con participación en tareas administrativas afines a su labor, cuando así se le requiera.

Se encuentran incluidos en este grupo los oficios expresamente enunciados: mecánico electricista, electrónico, operador de máquina herramienta, refrigeración y/o aire acondicionado, foguista con registro habilitante, herrero con tareas de soldaduras implícitas en su oficio: soldador, cañista (piping) con tareas de soldadura o no implícitas en su oficio: guardia de sala de máquinas.

Oficial calificado: Es aquel que se encuentra capacitado por sus mayores conocimientos teórico-prácticos para realizar las tareas propias de su especialidad con mayor rapidez, precisión y perfección que la exigible al oficial, realizándolas en forma autónoma e independiente, si así se le requiere. Accederán además a esta categoría aquellos oficiales de un oficio determinado que acrediten fehacientemente capacidad suficiente para realizar las tareas de otro u otros oficios con la misma solvencia y habilidad que el suyo específico, y que pueda realizarlas simultáneamente o no cada vez que se le solicite. Se entiende por oficios, los enumerados en el punto anterior (oficial de oficios generales). En todos los casos, el oficial calificado deberá dominar el uso de instrumentos de medición, e interpretar correcta y rápidamente planos y demás representaciones gráficas de máquinas, equipos y sistemas de automatización y control que las actividades requieran, y con participación en tareas administrativas cuando sea necesario.

Quienes se encuentren encuadrados en esta categoría a la fecha de vigencia del presente convenio, accederán automáticamente a la misma.

Art. 5º - Del personal administrativo:

Cadete - Practicante: menores de administración.

Categoría I: Es el empleado/a que efectúa trabajos que no requieren el ejercicio de criterio propio ni práctica previa. Ejemplo: tareas simples de administración, ayudantes, ordenanza y mucamos de administración.

Categoría II: Es el empleado/a que realiza tareas que requieren práctica previa pero no criterio propio. Ejemplo: empleado/a, dactilógrafo, recepcionista, degustadora, repositor/a, telefonista, fichero tipo cardex y archivo.

Categoría III: Es el empleado/a que realiza tareas que requieren práctica y criterio propio. Ejemplo: promotor/a de ventas, facturistas, calculista, cuenta correntista, subauxiliar, balanceros, operador de télex, operador de terminales de video y ayudante de laboratorio.

Categoría IV: Es el empleado/a que desempeña tareas de responsabilidad que requieren conocimientos teórico-prácticos y generales de la organización de la oficina o sector de trabajo en que actúa. Ejemplo: auxiliar de enfermería, recibidores, dispenseros, grabo verificador/a, taquígrafo/a, redactores.

Categoría V: Es el empleado/a definido en categoría IV con mayores conocimientos. Ejemplo: cajero y/o pagador auxiliar de laboratorio y/o control de calidad, auxiliar, redactor corresponsal, enfermero/a, segundo capataz, proyectista, supervisor de segunda.

Categoría VI: Es el empleado/a que desempeña tareas de responsabilidad que requiere conocimientos teórico-prácticos completos de la oficina o sector de trabajo en que actúa, pudiendo tomar determinaciones ante la eventual falta de superiores jerárquicos. Ejemplo: cajero principal, auxiliar con cargo (de seguros, impuestos, contaduría, etc.), capataz, inspectores de ventas, operador de sistema de computación, inspectores y asesores de actividades productoras, supervisores.

2do. jefe de sección.

Art. 6º - Del personal obrero mensualizado:

- *Celadores/as y cuidadores/as*
- *Encargados / as:* Son los operarios que tienen equipo de personal a su cargo, desempeñando funciones de control y que mediante la confección de planillas controlan el trabajo del personal a sus órdenes.
- *Porteros y/o serenos*
- *Ayudante repartidor*
- *Choferes y choferes repartidores*
- *Cocineros / as de comedor de personal*
- *Ayudantes de cocineros / as*

- *Camareros / as de comedor*

Actividades generales:

- *Operarios estibadores:* (Medio oficial de elaboración). Son los operarios encargados de la formación y responsables de las estibas de bolsas de 40 Kg. o más, cuando sea su tarea habitual o principal.
- *Operario de expedición, depósito, recepción, carga y descarga:* (Operario calificado de elaboración).
- *Operario de montacargas o ascensoristas:* (operario calificado de elaboración).
- *Encargado de cuarto de herramientas (pañolero):* (oficial de elaboración).
- *Encargado del cuarto de repuestos de automotores (pañolero):* (oficial de elaboración).
- *Encargado de depósito de materias primas (pañolero):* (oficial de elaboración).
- *Ayudantes de pañolero:* (Operario calificado de elaboración).
- *Conductor de autoelevador:* (Oficial de elaboración).

Para el período mayo de 2018 a abril de 2019, los salarios correspondientes a cada cargo son los de la siguiente Tabla:

	Base conforme revisión paritaria 2017	Mayo/Sept. 2018	Octubre/Dic. 2018	Enero/Abril 2019
CATEGORIAS CONVENCIONALES		11%	7%	6%
ELABORACION, ENVASAMIENTO Y VARIOS				
OPERARIO	\$ 95,35	\$ 105,84	\$ 112,51	\$ 118,23
OPERARIO GENERAL	\$ 99,08	\$ 109,98	\$ 116,92	\$ 122,86
OPERARIO CALIFICADO	\$ 102,69	\$ 113,98	\$ 121,17	\$ 127,33
MEDIO OFICIAL	\$ 107,40	\$ 119,22	\$ 126,74	\$ 133,18
OFICIAL	\$ 117,13	\$ 130,01	\$ 138,21	\$ 145,24
OFICIAL GENERAL	\$ 124,10	\$ 137,76	\$ 146,44	\$ 153,89
OFICIAL CALIFICADO	\$ 129,89	\$ 144,18	\$ 153,27	\$ 161,07
MANTENIMIENTO				
OPERARIO CALIFICADO	\$ 102,69	\$ 113,98	\$ 121,17	\$ 127,33
MEDIO OFICIAL GENERAL	\$ 124,10	\$ 137,76	\$ 146,44	\$ 153,89
OFICIAL DE OFICIOS VARIOS	\$ 127,07	\$ 141,05	\$ 149,94	\$ 157,57
OFICIAL DE OFICIOS GENERALES	\$ 135,79	\$ 150,73	\$ 160,24	\$ 168,38
OFICIAL CALIFICADO	\$ 142,79	\$ 158,49	\$ 168,49	\$ 177,06
ADMINISTRACION				
CATEGORIA I	\$ 19.087,48	\$ 21.187,10	\$ 22.532,22	\$ 23.668,47
CATEGORIA II	\$ 20.177,91	\$ 22.397,48	\$ 23.809,94	\$ 25.020,61
CATEGORIA III	\$ 22.053,15	\$ 24.479,00	\$ 26.022,72	\$ 27.345,91
CATEGORIA IV	\$ 24.022,12	\$ 26.664,56	\$ 28.346,10	\$ 29.787,43
CATEGORIA V	\$ 25.203,58	\$ 27.975,97	\$ 29.740,22	\$ 31.252,44
CATEGORIA VI	\$ 27.467,97	\$ 30.489,45	\$ 32.412,20	\$ 34.060,28
2do JEFE DE SECCION	\$ 31.799,77	\$ 35.297,74	\$ 37.523,73	\$ 39.431,71
PERSONAL OBRERO MENSUALIZADO				
CELAD., CUIDADORES Y CAMARERA COMEDOR	\$ 18.905,66	\$ 20.985,29	\$ 22.308,68	\$ 23.443,02
ENCARGADA, AYUD. COCINA COM. PERSONAL	\$ 19.269,16	\$ 21.388,77	\$ 22.737,61	\$ 23.893,76
PORTEROS Y SERENOS	\$ 19.996,24	\$ 22.195,83	\$ 23.595,57	\$ 24.795,34
AYUDANTE REPARTIDOR	\$ 19.269,16	\$ 21.388,77	\$ 22.737,61	\$ 23.893,76
COCHINERO COMEDOR PERSONAL	\$ 20.359,74	\$ 22.599,31	\$ 24.024,49	\$ 25.246,07
CHOFER Y CHOFER REPARTIDOR	\$ 20.905,00	\$ 23.204,55	\$ 24.667,90	\$ 25.922,20
SECADORES DE ARROZ, MAQUINISTAS Y ESTIBADORES, MAS EL SUPLEM POR BOLSA DE:	\$ 3,82	\$ 4,23	\$ 4,50	\$ 4,73
MANEJAR CAMION CON ACOPLADO	\$ 1.182,44	\$ 1.312,50	\$ 1.395,27	\$ 1.466,22
POR CADA BULTO DE 50Kgs.	\$ 1,78	\$ 1,98	\$ 2,10	\$ 2,21
POR CADA BULTO DE 51 A 60 Kgs.	\$ 2,33	\$ 2,59	\$ 2,75	\$ 2,89
ALMUERZO O CENA (art. 14)	\$ 196,06	\$ 217,62	\$ 231,35	\$ 243,11

Tabla 2. Escala salarial. Sindicato de Trabajadores de la Industria Alimenticia. Mayo 2018– abril 2019.

Al momento de calcular los sueldos del personal y sabiendo que la planta funcionará 24/día y 28 días/mes, se ha tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Incrementos por cargas sociales del 60%
- Jornal de ocho horas por turno en todos los sectores
- Sector administrativo: 8-9 horas de lunes a sábado (un solo turno)
- Sector de producción, mantenimiento y portería: 8 horas de lunes a domingo (tres turnos en horario rotativo)
- Jardinero: contratado una vez por semana, con 5 horas de trabajo

Además, más allá de que la planta opere en 3 turnos, para la cantidad de personal trabajando en horario rotativo se ha hecho una consideración de 4 turnos, ya que

deben tenerse en cuenta los francos y/o vacaciones de estos. La planta contará con un total de 61 empleados.

Éstos se observan en la siguiente Tabla:

Cargo en la empresa	Categoría	\$/h	\$/mes	Sueldo mensual + cargas sociales
Gerente General			80000	128000
Jefe Comercial			45000	72000
Encargado de Clientes	Categoría IV		28346	45354
Encargado de Marketing	Categoría IV		28346	45354
Jefe Administrativo			45000	72000
Encargado de Compras	Categoría IV		28346	45354
Encargado de Finanzas	Categoría IV		28346	45354
Encargado de RRHH	Categoría IV		28346	45354
Jefe de Producción			55000	88000
Encargado de Operación	Oficial general	146	32803	52484
Encargado de Protección Radiológica	Oficial general	146	32803	52484
Encargado de Mantenimiento	Medio Oficial General	146	32803	52484
Ayudante Operador	Oficial	138	30959	49534
Ayudante de mantenimiento	Operario Calificado	121	27142	43427
Personal de limpieza	Categoría I		22532	36052
Portero	Portero		23596	37753
Encargado de Seguridad	Cuidador		22309	35694
Jardinero	Contratado eventualmente	150	3000	3000

Tabla 3. Salarios según Escala Salarial SITIA.



PARTE IV:
ASPECTOS ECONÓMICOS Y
FINANCIEROS

CAPÍTULO 11: **INVERSIONES Y COSTOS DE PRODUCCIÓN**



Inversiones y Costos de producción

La inversión está definida como el monto de los recursos necesarios para la ejecución del proyecto, los cuales comprenden: activos fijos, activos diferidos y capital de trabajo. Para que el rendimiento de los recursos se considere óptimo debe ser igual o mayor al rendimiento que esa misma inversión obtendrá si se la destina a una actividad alternativa de similar riesgo.

Las inversiones de naturaleza permanente y estable, se denominan inversiones de largo plazo, y se refieren a las adquisiciones de ciertos bienes que tienen un carácter operativo para la empresa, como los terrenos, edificios, maquinaria y equipos, muebles y enseres, y cuyo fin son dar soporte a la actividad de producción de bienes y servicios. Las inversiones cuya principal función es servir de soporte a las ventas, se las denominan de corto plazo, ya que se destinan a financiar los activos corrientes tales como: inventarios, cuentas por cobrar, cuentas que se recuperan en plazos inferiores a un año, repitiéndose el ciclo de inversión y recuperación en forma continua. En este capítulo se detallarán los activos fijos y el capital de nuestro proceso. Luego, los costos mensuales con el fin de obtener el costo unitario del servicio de irradiación de carnes (en dosis bajas) y así calcular el ingreso que tendrá nuestra empresa.

Activos fijos

Las inversiones en activos fijos son aquellas que se realizan sobre bienes tangibles de naturaleza permanente, estable, no están disponibles para la venta, tienen un costo representativo y poseen un carácter operativo para la empresa, ya que se utilizarán en el proceso de transformación de las materias primas o servirán de apoyo para la operación normal del proyecto.

Los activos fijos se encuentran compuestos por:

- Inversión en terrenos
- Obras civiles
- Inversión en maquinarias, equipos y mobiliarios
- Instalaciones auxiliares

A continuación, se detallará cada rubro y como estará compuesto:

- **Inversión en terrenos:** el terreno donde se instalará la planta de irradiación de carnes pertenece al Parque Industrial de Concepción del Uruguay. A continuación, se detalla el costo del mismo (Consultado a la Oficina de Producción de la Municipalidad de Concepción del Uruguay).

PRESUPUESTO TERRENO				
DETALLE	CANTIDAD		COSTO UNIDAD	COSTO TOTAL
	Unidad		U\$S	U\$S
Terreno (en PI Concepción del Uruguay)	0.3760	Ha		8697

Tabla 1. Costo del terreno para instalación de la planta.

- **Obras civiles:** en el capítulo 8 del proyecto se describe detalladamente lo que respecta a la construcción de la obra. Este punto contempla los materiales y mano de obra que se requieren, lo cual puede visualizarse en la siguiente tabla:

PRESUPUESTO OBRAS CIVIL				
DETALLE	CANTIDAD		COSTO UNIDAD	COSTO TOTAL
	Unidad		U\$S	U\$S
Pisos de hormigón armado	1759.77	m ²	18.30	32203.79
Pisos de hormigón alisado	1620.34	m ²	10.00	16203.40
Carpeta de asiento de 2cm	444.3	m ²	5.12	2274.82
Contrapiso hormigón de cascote de 12 cm	444.3	m ²	7.82	3474.43
Tierra	550.9	m ³	4.72	2600.25
Porcelanato (0,6m x 0,6m)	168.97	m ²	17.09	2887.58
Paredes (bloques de hormigón)	58.84	m ³	51.68	3040.85
Revoque	328.19	m ²	5	1640.95
Techos de chapa completo (administración, comedor, sanitarios, salas, portería)	222.38	m ²	24	5337.12
Claraboyas	18	claraboyas	126.65	2279.77
Techo semi-cubiertos (estacionamientos y playa de camiones)	378	m ²	6.8	2570.40
Cielorrasos	192.84	m ²	12.7	2449.07
Pintura (látex interior y resina epoxi)	517.79	m ²	5.05	2614.84
Cerco perimetral (tubo estructural 3 pulg. x 4,8 m)	786	tubos	34.15	26842.72
Muro (bloques de hormigón)	13.32	m ³	51.68	688.38
Malla metal desplegado pesado (1,5m x 3m)	27	paneles	59	1593
Revestimiento sanitarios	108	m ²	14.3	1544.4

Sanitarios	5		107.6	538
Lavatorios	3		55.59	166.77
Puertas para sanitarios (externas) y portería	3	puertas	228.5	685.5
Cubículos para sanitarios	4	cubículos	206.84	827.36
Portones de malla para interior de planta	3	portones	92.44	277.32
Paneles para cámara de refrigeración (paneles, puertas y techo)	128	m ²	75.80	9702.32
Puertas para cámara de refrigeración	2	puertas	165.54	331.08
Paneles vidriados + puertas para oficinas (3m x 2,6m aprox.)	4	paneles	1102.54	4410.14
Puerta de ingreso de personas (entrada)	1		2700	2700
Puerta de ingreso a comedor	1		303.49	303.49
Portón ingreso y salida de camiones automático (4m x 3m)	2	portones	1102.54	2205.07
Portón ingreso y salida de autos automático (3m x 3m)	1		826.90	826.90
Molinete de acceso para personal	1		1044.65	1044.65
Ventanas ventiluz sanitarios (0.6m x 0.4m)	6	ventanas	70.35	422.1
Ventanas salas (1.50m x 1.10m)	4	ventanas	55.18	220.72
Ventanas oficinas (1.5m x 1.1m)	3	ventanas	99.05	297.15
Ventanas frente del edificio (2,5m x 1,5m)	11	ventanas	253.58	2789.42
Ventanas comedor (2m x 1,5m)	9	ventanas	166.76	1500.83
Ventana portería (1,5m x 1,5m)	2	ventanas	181.56	363.12
Hormigón (blindaje)	311,27	m ³	108.88	33889.65
Escalera – puente	2		330.76	661.52
Escalera exteriores	5		250.00	1250.00
Rampa	1		380.00	380.00
Tanque de almacenamiento de agua	1		13189	13189
Parquizado (aprox.)	2.500	m ²	3.3	8250
			TOTAL U\$S	197478

Tabla 2. Costo de obras civiles.

- **Inversión en máquinas, equipos y mobiliarios:** en los capítulos 5 y 6 del proyecto se describe detalladamente el uso de máquinas, equipos y mobiliarios que no solo forman parte del proceso sino también que hacen a la organización de la planta. En la siguiente tabla se visualizan los mismos:

COSTO DE EQUIPOS Y MÁQUINAS DEL PROCESO			
Detalle de equipos	Cantidad	Costo unitario	Costo total
		U\$S	U\$S
Cintas transportadoras de rodillo recta Axmann	1	150.800	150.800

Cintas transportadoras de rodillo curva Axmann			
Cilindro neumatico Parker	2	96.56	193.12
Compresor de aire Niwa	1	227.1	227.1
Aparejo eléctrico (Sistema elevación de la fuente) BTA tools	1	127.87	127.87
Destilador por osmosis inversa Kyro	1	4.000	4.000
Autoelevador Clark	2	25.500	51.000
Sello de la empresa Blue Giant	2	413.85	827.7
Dosímetro personal TLD Nusim	5	59	295
Espectrofotómetro Spectronic	1	3.900	3.900
Software para planificación de procesos de irradiación gamma	1	20.000	20.000
PC	1	370	370
Carteles bioseguridad	7	6.07	42.49
Cartelería de señalización	5	5.3	26.5
		TOTAL U\$S	231.810

Tabla 3. Costos de equipos y máquinas del proceso.

COSTOS DE EQUIPOS DE SERVICIOS AUXILIARES			
Detalle de Equipos	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
		U\$S	U\$S
Unidad condensadora Omar S.R.L	6	1820.12	10920.72
Evaporador Ansal	6	2233.13	13398.78
Controlador Full Gauge	3	48.9	146.7
Refrigerante R 404 A	6	901	5406
Extractores eólicos	7	62.59	438.13
Extractores centrífugos	1	1356.18	1356.18
Tanque de agua 5000 litros	1	826.92	826.92
Bomba centrifuga 1HP	1	151.3	151.3
Detector fotoeléctrico de incendios	7	9.6	67.2
Rociadores automáticos Melisam Extintores	3	8.27	24.81
Válvula de retención de alarma Melisam Extintores	1	1.208,69	1.208,69
Manguera contra incendios	2	606,14	1.212,28

Lanza para manguera contra incendios			
Boquilla			
Motobomba de incendio	1	524.21	524.21
Matafuegos	9	81.86	736.74
Flat 60 x 60	24	39.55	949.28
Down light	20	13.23	264.61
Listones Led Slim SICA	19	18.69	355.07
FactorGlix 150	3	137.82	413.45
Street Box 120	10	180.54	1.805,40
Diferencial disyuntor trifásico 25 A	1	87	87.00
Diferencial disyuntor trifásico 80 A	1	204	
Interruptor termomagnetico 25 A	1	30.35	30.35
Interruptor termomagnetico 50 A	1	71	71.00
Interruptor termomagnetico 80 A	1	87	87.00
Interruptor termomagnetico 125 A	1	207	207.00
Contactador tripolar 12 A 24 V	4	13.44	53.76
Transformador 220V- 24V para 10 ^a	1	35.78	35.78
Seccionadora 400 A	1	265	265.00
Jabalina de bronce	3	13.26	39.78
Pararrayos	1	9	9.00
Generador grupo electrogeno Perkins	1	15.771,4	15.771,40
		TOTAL U\$S	36.419

Tabla 4. Costos de los equipos para servicios auxiliares

COSTO DE AMOBLAMIENTO PARA OFICINAS, PORTERÍA Y COMEDOR			
Detalle de Equipos	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
		U\$S	U\$S
Computadoras	9	358.67	3.228,03
Impresoras laser	5	119.74	598.7
Proyector + pantalla	1	206.73	206.73
Amoblamiento oficina y portería (combo escritorio, silla y biblioteca baja)	10	261.85	2.618,52

Sillas extras	15	35.83	537.49
Juego de mesas y sillas para comedor	5	85.45	427.23
Sillones hall de entrada	2	104.74	209.48
Mesa sala de reunión	1	12.967	12.967
Heladera freezer	1	496.14	496.14
Heladera exhibidora	1	551.27	551.27
Freezer Ineiro	1	422.27	422.27
Dispenser de agua frio/calor FRIMAX	3	113.01	339.03
Amoblamiento de cocina (mesada acero bacha + bajo mesada + alacena)	1	217.75	217.75
Microondas	1	110.25	110.25
Utensilios de cocina	1	206.73	206.73
Aires acondicionado	6		2.659,87
		TOTAL U\$S	25.796

Tabla 5. Costos de mobiliarios.

OTROS			
Detalle	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
		U\$S	U\$S
Cámaras de seguridad	8	30	241
		TOTAL U\$S	241

Tabla 6. Costos del rubro otros.

La siguiente tabla y gráfico muestran el resumen de la inversión en activos:

Tabla resumen de activos		
Activos fijos		
Terreno en Parque Industrial Concepción del Uruguay	8.697	U\$S
Obra civil	197.478	U\$S
Equipos y máquinas del proceso	231.810	U\$S
Equipos de servicios auxiliares	36.419	U\$S
Amoblamiento para oficinas, portería y comedor	25.796	U\$S
Otros	241	U\$S

TOTAL	491.744	U\$S
--------------	----------------	-------------

Tabla 7. Resumen de los activos fijos.

Inversiones en activos fijos

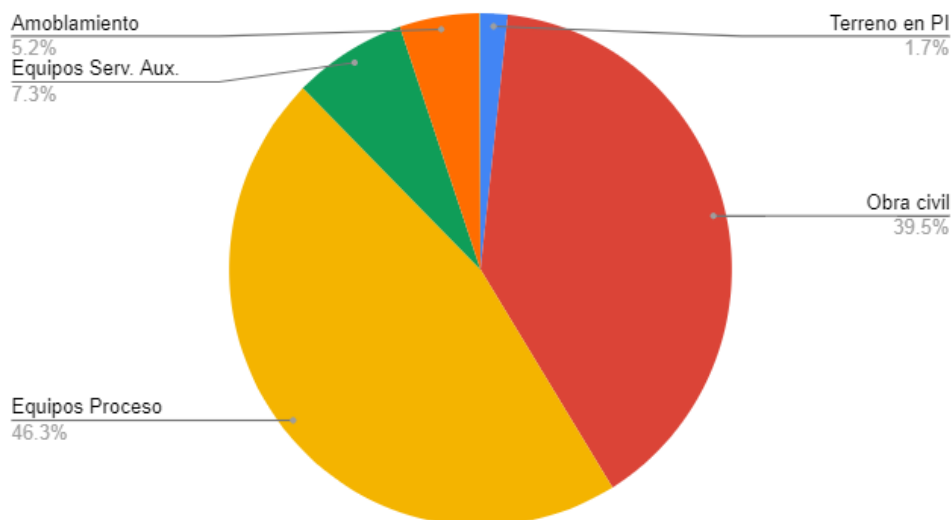


Gráfico 1. Inversión en activos fijos.

Activos intangibles o diferidos

Los activos intangibles o diferidos constituyen derechos exclusivos que la empresa utilizará sin restricciones para su funcionamiento o actividades productivas. Dentro de los activos fijos intangibles se encuentran el estudio técnico, gastos de constitución, puesta en marcha y gastos de capacitación, los cuales son necesarios para el desarrollo del proyecto.

Los activos intangibles se amortizan. La amortización es una cuota fija que se establece por periodo contable, como consecuencia de inversiones o gastos anticipados, los que no son imputables en un solo año (periodo contable); permitiendo de esta manera a la empresa la racionalización o prorrateo del gasto en función del tiempo estipulado por la ley.

La diferencia que existe entre depreciación y amortización, se debe a que las depreciaciones están en función del desgaste físico, uso u obsolescencia total o parcial de los activos fijos; y se refiere además a bienes tangibles; en cambio las amortizaciones son intangibles.

A continuación, se detallará cada rubro y como estará compuesto:

- **Gastos de puestas en marcha:** comprende gastos referidos a las pruebas que deben realizarse para poner a punto el proceso de irradiación, además de gastos necesarios para el desempeño de los técnicos o el personal que lleve a cabo la instalación de los equipos. Se estima este gasto en un 2% del gasto total en equipamiento.
- **Estudio técnico:** determina la posibilidad de realizar o no el proyecto según estudios de mercado y del sector. En los capítulos 2 y 3 del proyecto se encuentra detallado el estudio de mercado y localización de la planta. Se le asigna un 5% del costo de máquinas y equipos y de su instalación.
- **Dirección de obras civiles:** representa los honorarios profesionales por dirección de obras civiles y montajes. También la aprobación de materiales empleados. Se le asigna un 5% del costo de las obras civiles.
- **Instalación de equipos, cañerías y redes eléctricas:** representa los costos para instalar los equipos de frío, cinta transportadora, redes eléctricas, tuberías de agua y refrigerante, detallados en el capítulo 6 del proyecto. Se le asigna un 10% de costo de equipos e instalaciones auxiliares.
- **Inversión en marketing:** se destina cierto dinero para la creación de páginas web, redes sociales, bolsas de la empresa, tarjetas, agendas para clientes, entre otros logrando que el servicio sea conocido en la región y alrededores. Valor tomado de bibliografía.
- **Imprevistos:** siempre surgen imprevistos en cuanto a obras civiles, montaje de equipos, puesta en marcha, entre otros y que es importante tenerlos presente ya que pueden modificar o retrasar el proyecto y generar costos adicionales. Se decide aplicar un 7% de las inversiones en activos fijo.
- **Gastos de organización:** representa el pago de gastos burocráticos y honorarios de profesionales a cargo del diseño de la estructura orgánica de la empresa. Valor tomado de bibliografía.
- **Gastos de capacitación:** representa todos los gastos ocasionado por el entretenimiento y capacitación del personal (directivos, profesionales, técnicos y operarios). Valor tomado de bibliografía.

La siguiente tabla y gráfico muestran el resumen de la inversión en activos intangibles o diferidos:

Activos intangibles o diferidos		
Puesta en marcha	5.364,57	U\$S
Estudio técnico	13.411,42	U\$S
Dirección de obras civiles	9.873,89	U\$S
Instalación de equipos, cañerías y redes eléctricas	26.822,84	U\$S
Marketing	826,9	U\$S
Imprevistos	24.587,19	U\$S
Gastos de organización de la empresa	826,9	U\$S
Gastos de capacitación		U\$S
TOTAL	81.714	U\$S

Tabla 8. Costos por inversión en activos diferidos

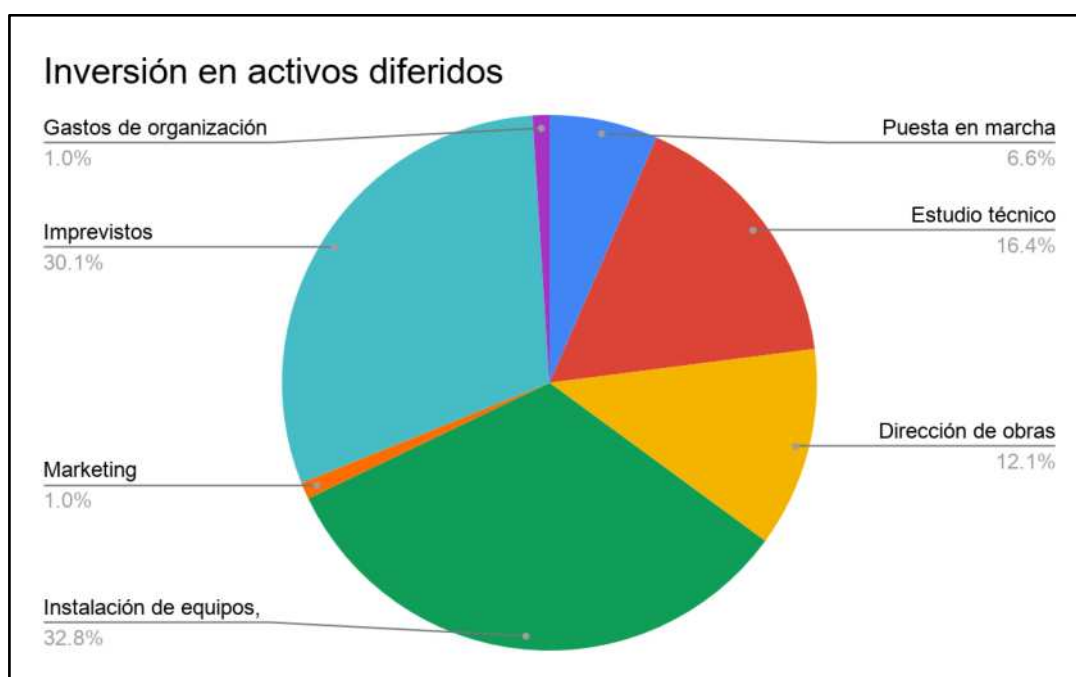


Gráfico 2. Inversión en activos diferidos

Capital de trabajo

La inversión en capital de trabajo constituye el conjunto de recursos necesarios, en la forma de activos corrientes, para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo, para una capacidad y tamaño determinados. En este punto se describirán

los gastos que hay que hacer para que la planta pueda comenzar a operar en los primeros 4 meses.

El capital de trabajo se encuentra compuesto por:

- ✓ Materia prima
- ✓ Adquisición de insumos
- ✓ Mano de obra
- ✓ Servicios auxiliares

A continuación se describe cada categoría:

- **Materia prima:** nuestra planta brindará un servicio de irradiación por lo tanto no tendremos gastos en materia prima.
- **Adquisición de insumos:** nuestro único insumo es la fuente de cobalto-60 la cual será adquirida a la empresa Dioxitek. Sus características y uso están detallados en el capítulo 5 de este proyecto.

INSUMOS			
Detalle	CANTIDAD (en Cu)	COSTO UNITARIO U\$S	COSTO TOTAL U\$S
Fuente de Co-60 Dioxitek	1.000.000	3	3.000.000

Tabla 9. Costo del insumo Cobalto-60.

- **Mano de obra:** para el cálculo de los sueldos del personal se toma como referencia el Convenio Colectivo de Trabajo del Sindicato de Trabajadores de la Alimentación. Los montos se muestran en la tabla siguiente:

MANO DE OBRA				
Detalle	Cantidad	Horas/ Día	\$/Hora	Mensual Total + cargas sociales
Personal de producción				
Jefe de producción	1	8		88000.00
Encargado de Operación	4	8	146.44	131210.24
Encargado de Protección	4	8	146.44	131210.24

Radiológica					
Encargado de Mantenimiento	4	8	146.44	131210.24	
Ayudante Operador	24	8	138.21	495344.64	
Ayudante de Mantenimiento	4	8	121.17	108568.32	
Personal de limpieza	4	8		90128.88	
Personal administrativo			\$/Mes		
Gerente General	1	8	80.000	128.000	
Jefe comercial	1	8	45.000	72.000	
Jefe administrativo	1	8	45.000	72.000	
Encargado de Marketing	1	8	28.346,1	28.346,10	
Encargado de Clientes	1	8	28.346,1	28.346,10	
Encargado de Finanzas	1	8	28.346,1	28.346,10	
Encargado de Compras	1	8	28.346,1	28.346,10	
Encargado de Recursos Humanos	1	8	28.346,1	28.346,10	
Otros					
Portero	4	8	23.595,57	94.382,28	
Encargado de Seguridad	4	8	26.770,42	107.081,68	
Jardinero	1	5	150	3.000	
			TOTAL	1.793.867	\$/mes
				46.655	U\$/mes

Tabla 10. Costo de la mano de obra considerando un mes de trabajo.

- **Servicios auxiliares:** para el proceso de producción se consideran los servicios de refrigeración y electricidad. Las tarifas de los servicios se describen en la tabla 11.

Energía eléctrica

Para calcular este costo debe tenerse en cuenta el número de equipos instalados, su potencia, rendimiento y uso diario. Por ello para este cálculo se debe tener en cuenta el costo de la potencia instalada de los equipos y la energía que consumen los mismo en cierto tiempo.

SERVICIOS AUXILIARES				
ENERGÍA ELÉCTRICA				
Equipo	PE (kW)	h/día	Consumo diario kw-h/día	%
Aparejo elevador de la fuente	0.45	1	0.45	0.03
Destilador de agua	2.50	4	10	0.70
Extractor centrifugo	4.83	20	96.54	6.72
Motor del transportador de rodillos 1	0.44	24	10.54	0.73
Motor del transportador de rodillos 2	0.44	24	10.54	0.73
Compresor de aire	1.88	24	45.00	3.13
Unidad condensadora zona I	4.39	24	105.31	7.33
Unidad condensadora zona I	4.39	24	105.31	7.33
Unidad condensadora zona II	4.39	24	105.31	7.33
Unidad condensadora zona II	4.39	24	105.31	7.33
Unidad condensadora zona III	4.39	24	105.31	7.33
Unidad condensadora zona III	4.39	24	105.31	7.33
Evaporador zona I	4.39	24	105.31	7.33
Evaporador zona I	4.39	24	105.31	7.33
Evaporador zona II	4.39	24	105.31	7.33
Evaporador zona II	4.39	24	105.31	7.33
Evaporador zona III	4.39	24	105.31	7.33
Evaporador zona III	4.39	24	105.31	7.33
TOTAL	63.19		1.436,81	100.00
Costo por capacidad de suministro contratada en hs de punta - Enersa	237.85	\$/kW- mes	Potencia instalada	
Costo fijo por potencia adquirida - Enersa	9.81	\$/kW- mes		
Costo por capacidad de suministro contratada en hs de punta	15028.79	\$/kW-h		
Costo fijo por potencia adquirida	619.85			
Cargo fijo – Enersa	3085.58	\$/mes		
Costo mensual	18734	\$/mes		
Consumo mensual (28 días)	40230.57	kW.h/mes	Energía	

Con 15% adicional	46265.15	kW.h/mes	consumida	
Costo consumo de energía - Enersa	1.90	\$/kW/h		
Costo mensual	87844	\$/mes		

Tabla 11. Costo de servicio auxiliar – Electricidad

RESUMEN	
7.45%	Equipos Proceso Irradiación
4.60%	Equipos Transporte
87.96%	Equipos Refrigeración

Tabla 12. Porcentajes de consumo de equipos.

En el siguiente gráfico se puede observar el consumo de los equipos según su función en la planta.

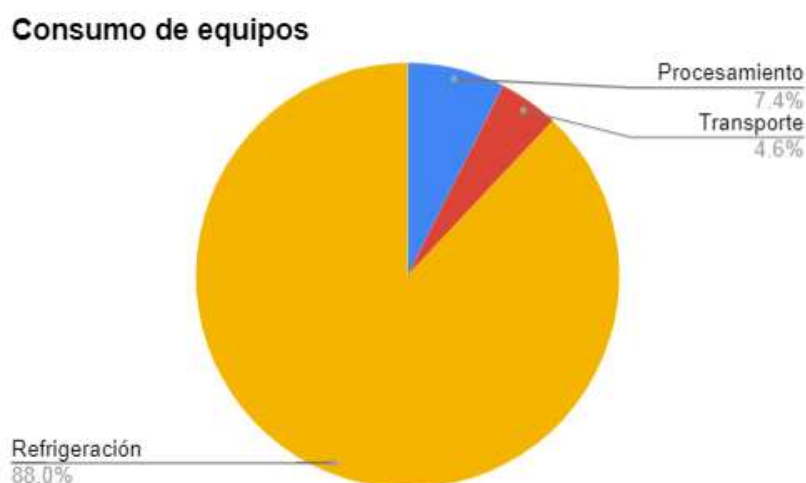


Gráfico 3. Consumo de equipos (Electricidad)

Agua

La siguiente tabla muestra un resumen del consumo de agua dentro de la planta:

Consumo de agua l/h								
Puntos de consumo	HORAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Personal	125	125	125	125	125	125	125	125
Limpieza	100	100	100	100	0	0	0	0
TOTAL	225	225	225	225	125	125	125	125

Consumo diario total (entre los tres turnos)	4.2	m3/día						
Consumo mensual	117.6	m3/mes	TARIFA DE SERVICIO AGUA (Entre Ríos)					
Con un 15% adicional	135.24	m3/mes		0.66	\$/m³			
Costo Unitario	0.66	\$/m3						
Costo mensual	89.26	\$/mes						
	2.32	U\$/mes						

Tabla 13. Costo de servicio auxiliar - Agua

La siguiente tabla muestra un resumen de la inversión en capital de trabajo calculada para 4 meses:

Tabla resumen de capital de trabajo (4 meses)		
Insumos	3.000.000	U\$S
Servicios auxiliares: Electricidad	11.341,09	U\$S
Servicios auxiliares: Agua	9,29	U\$S
Mano de obra	186.618,16	U\$S
TOTAL	3.197.969	U\$S

Tabla 14. Capital de trabajo por 4 meses.

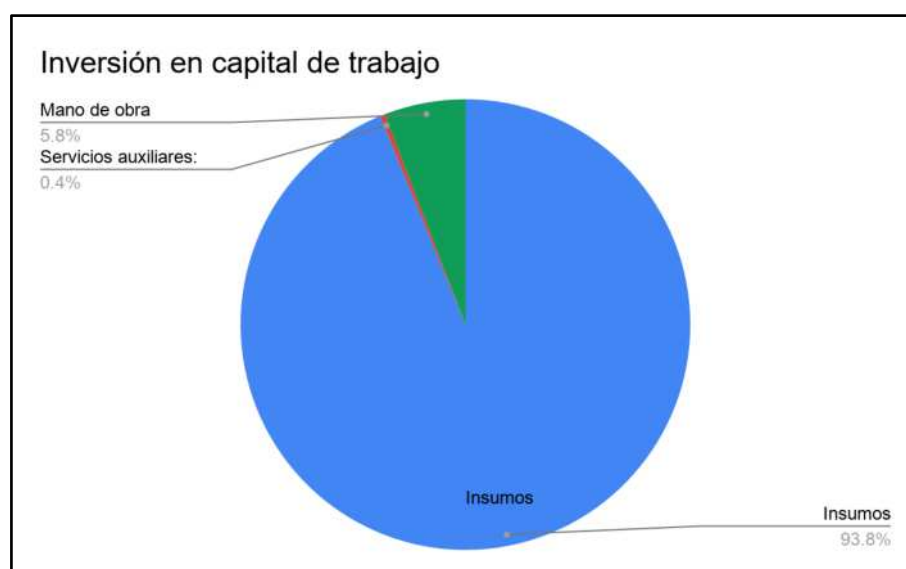


Gráfico 4. Capital de trabajo por cuatro meses.

Teniendo en cuenta el análisis realizado anteriormente, la inversión inicial necesaria para este proyecto será de:

INVERSIÓN INICIAL		
Activos fijos	491744	U\$S
Activos diferidos	81714	U\$S
Capital de trabajo	3197969	U\$S
TOTAL	3771426	U\$S
	139542762	\$

Tabla 15. Inversión inicial de la planta.

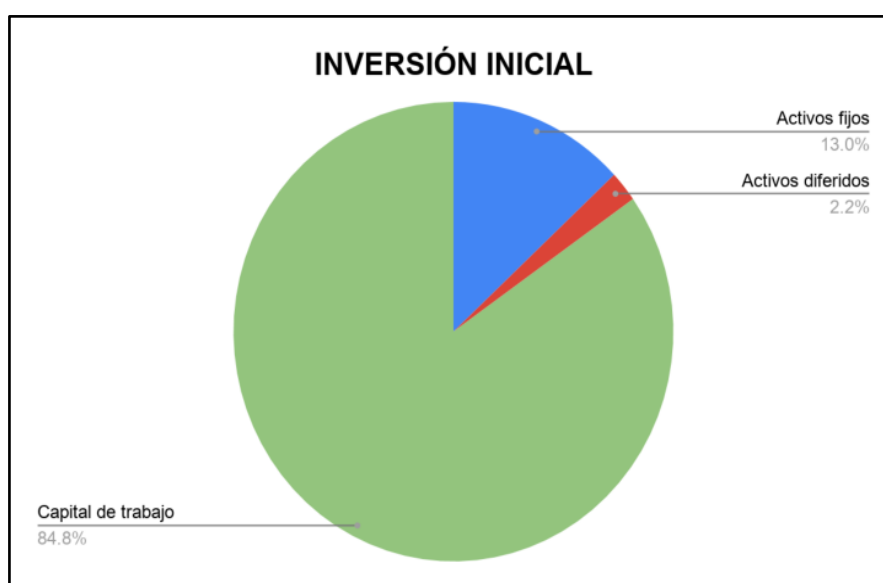


Gráfico 5. Inversión inicial de la planta.

Cronograma de inversiones

En todo estudio de inversión es sumamente importante contar con un cronograma de las actividades a realizar a lo largo de la puesta en marcha del proyecto. A continuación, se detalla el cronograma de nuestro proyecto y posible fecha de apertura de la planta:

CRONOGRAMA DE INVERSIONES DEL PROYECTO	Preoperatoria (12 meses)	Operatoria (meses)																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
PLANEAMIENTO																				

[illegible]

Análisis de costos. Determinación del costo unitario y precio de venta.

Costo de mano de obra

Está conformado por los salarios de los operarios, las provisiones para prestaciones sociales, los aportes para salud, pensión y los aportes parafiscales que comprenden la Caja de compensación.

Estos costos corresponden con el estudio de organización de la empresa realizado en el capítulo 10 “Estructura Organizativa y Personal” del presente Proyecto. Los salarios propuestos están basados en los convenios de trabajo establecidos por el Sindicato de Trabajadores de la Industria de la Alimentación. Dicho costo se observa en la siguiente tabla:

MANO DE OBRA					
Detalle	Cantidad	Horas/día	\$/Hora	Mensual Total + cargas sociales	
Personal de producción					
Jefe de producción	1	8		88.000	
Encargado de Operación	4	8	146.44	131.210,24	
Encargado de Protección Radiológica	4	8	146.44	131.210,24	
Encargado de Mantenimiento	4	8	146.44	131.210,24	
Ayudante Operador	24	8	138.21	495.344,64	
Ayudante de Mantenimiento	4	8	121.17	108.568,32	
Personal de limpieza	4	8		90.128,88	
Personal administrativo y comercial			\$/Mes		
Gerente General	1	8	80.000	128.000	
Jefe comercial	1	8	45.000	72.000	
Jefe administrativo	1	8	45.000	72.000	
Encargado de Marketing	1	8	28.346,1	45.353,76	
Encargado de Clientes	1	8	28.346,1	45.353,76	

Encargado de Finanzas	1	8	28.346,1	45.353,76	
Encargado de Compras	1	8	28.346,1	45.353,76	
Encargado de Recursos Humanos	1	8	28.346,1	45.353,76	
Otros					
Portero	4	8	23.595,57	37.752,91	
Encargado de Seguridad	4	8	26.770,42	42.832,67	
Jardinero	1	5	150	3.000	
			TOTAL	1.758.027	\$/mes
				45.722	U\$/mes

Tabla 17. Costo de mano de obra mensual

Costo de funcionamiento

Energía eléctrica y agua industrial

El cálculo del costo de los servicios utilizados por la planta se encuentra en las siguientes tablas:

COSTO DE SERVICIOS AUXILIARES		
Concepto	Costo	
Electricidad	2835	U\$/mes
Agua	2.32	U\$/mes
TOTAL	2838	U\$/mes

Tabla 18. Costo de servicios auxiliares de mensual.

Reposición de cobalto

Debido a que la vida media del Cobalto radioactivo es de 5,27 años, esto se debe a que a dicho tiempo la actividad de la fuente se reduce a la mitad (aunque sigue emitiendo radioactividad por 20 años) es necesario ir adicionando nuevas fuentes para mantener el stock de cobalto relativamente constante y que el proceso de irradiación no se vuelva poco práctico. Las nuevas fuentes se adicionan a razón de un 12% por año a fin de mantener constante el inventario de material radioactivo, conforme a la demanda de la planta y a su decaimiento.

En la siguiente tabla se muestra el costo de reposición de cobalto 60:

COSTO DE REPOSICIÓN DE COBALTO 60					
Concepto	Cantidad Ci	Precio unitario U\$S/Ci	Costo total anual U\$S	Costo total mensual U\$S	
Fuente de cobalto 60	110.130,97	3	330.392,91	27.532,74	
			TOTAL	27.533	U\$S/mes

Tabla 19. Costo de reposición de cobalto calculado a nivel mensual.

Costo de seguros de edificios, máquinas y equipos

A fin de asegurar la inversión adquirida, se debe contar con un seguro para el edificio, máquinas y demás instalaciones. Éste debe otorgar cobertura contra incendios y robos.

Se considera que los costos de seguros representan alrededor del 2% anual de los gastos en edificios, máquinas y equipos. Esto se puede observar en la siguiente tabla:

COSTOS DE SEGURO					
Concepto	Referencia % anual	Inversión en edificios, máquinas y equipos	Costo total anual U\$S	Costo total mensual U\$S	
Seguro del edificio, máquinas y equipos	2% anual	491.744	9.834,88	819,57	
			TOTAL	820	U\$S/mes

Tabla 20. Costo de seguros de edificios, máquinas y equipos.

Mantenimiento y reparaciones

Se recomienda, desde el punto de vista de la optimización del servicio, contar con un sistema de mantenimiento preventivo. Esto consiste en realizar inspecciones de rutina semanales, mensuales, anuales, en función de las recomendaciones de los proveedores y realizar cambios de los componentes en función de la vida útil esperada. Con esto se lograría disminuir al mínimo los paros de producción debido a desperfectos en la maquinaria. Sumado a que se contará con un equipo de profesionales dedicado al mantenimiento de la planta durante las 24 horas del día.

Para el cálculo de este costo se aplicará un 3% sobre el gasto de edificios, equipos e instalaciones. Esto se puede observar en la siguiente tabla:

COSTOS DE MANTENIMIENTO					
Concepto	Referencia % anual	Inversión en edificios, máquinas y equipos	Costo total anual U\$S	Costo total mensual U\$S	
Mantenimiento	3% anual	491.744	14.752,31	1.229,36	
			TOTAL	1.229	U\$S/mes

Tabla 21. Costo de mantenimiento.

Otros insumos

Dentro de este segmento de costos se agrupan todos los gastos que no son incluidos en los demás rubros.

- Dosímetro de producto: se colocará un dosímetro cada media hora de producción.
- Indicador de proceso: se colocará un adhesivo en cada caja de 25 kg del producto.
- Insumos de oficinas, tales como papel de impresión, tinta, biromes, cuadernos, biblioratos, comunicación telefónica, etc.
- Insumos de limpieza, incluyendo baldes, escobas, lampazos, productos de limpieza y desinfección, entre otros.
- Insumos de higiene personal, tales como papel higiénico, toallas de papel, desinfectante de manos, etc.

Se tendrá en cuenta un gasto de \$10.000/mes.

A continuación se presenta una tabla resumen de estos costos:

OTROS INSUMOS				
Concepto	Cantidad	Costo unitario U\$S	Costo total U\$S	
Dosímetro de producto x unidad	1.350	0,27	364,5	
Indicador de proceso (rollo 10000 unidades)	9	180	1.620	

Insumo de oficina, limpieza e higiene personal	1	279,27	279,27	
		TOTAL	2.264	U\$/mes

Tabla 22. Costo de otros insumos a nivel mensual.

Gastos de fabricación

Estos incluyen las viandas que se les ofrecerá a los empleados diariamente y contemplando además la posibilidad de ofrecer viandas a otros trabajadores (ajenos a nuestra empresa) si fuese necesario.

En este ítem también se incluye la ropa de trabajo de los operarios en planta y del personal administrativo:

- Uniforme de trabajo del sector producción: pantalón de grafa, borcegos de seguridad, remera de algodón mangas cortas y/o remera de grafa, campera impermeable y casco de seguridad.
- Uniforme de trabajo sector productivo: pantalón o pollera de vestir, camisa blanca y saco verde.

Se contará con vestimenta extra para el sector productivo en caso de ingreso de personas ajenas a la planta y/o personal nuevo. También, para el personal administrativo en caso de incorporación de nuevos empleados.

GASTOS DE FABRICACIÓN				
Concepto	Cantidad	Costo unitario U\$S	Costo total U\$S	
Refacciones alimentarias	1.500	2.65	3.975	
Uniformes del personal de producción	50	91	4.550	
Uniformes del personal administrativo	20	65	1.300	
		TOTAL	9.825	U\$/mes

Tabla 23. Gastos de fabricación.

Gastos de asesoría externa

Incluye el trabajo de un contador y un abogado contratados que resuelven los asuntos contables y legales de la empresa, respectivamente. Además incluye los gastos de habilitación de la planta (licencias, auditorías, etc.).

ASESORÍA EXTERNA				
Concepto	Cantidad	Costo unitario U\$S	Costo total U\$S	
Abogado	1	650	650	
Contador	1	650	650	
Gastos de habilitación	1	270	270	
		TOTAL	1.570	U\$S/mes

Tabla 24. Gastos asesoría externa.

Gastos por servicios bancarios y similares

Este rubro incluye:

- Gastos bancarios: son los gastos relacionados con el mantenimiento de las cuentas en las entidades financieras, tales como servicio de tarjetas, chequeras, intereses de mora, en fin, todo concepto que el banco cobre a una empresa para que la misma pueda hacer uso de sus servicios.
- Gastos financieros: los más frecuentes son las comisiones y los intereses. Las comisiones suelen originarse en operaciones con bancos o entidades de crédito. Existen comisiones de mantenimiento de cuentas, de tarjetas, de apertura y cancelación de préstamos.

GASTOS POR SERVICIOS BANCARIOS Y SIMILARES			
Concepto	Cantidad	Costo unitario U\$S	Costo total U\$S
Gastos bancarios y financieros	1	795	795

Tabla 25. Gastos por servicios bancarios y similares.

En resumen, los costos serían los siguientes:

TABLA RESUMEN		
Costos de mano de obra	45.722	U\$S/mes
Costos de servicios auxiliares	2.838	U\$S/mes
Costos de reposición de Co-60	27.533	U\$S/mes
Costos de seguro	820	U\$S/mes
Costos de mantenimiento	1.229	U\$S/mes
Otros insumos	2.264	U\$S/mes

Gastos de fabricación	9.825	U\$/mes
Asesoría externa	1.570	U\$/mes
Gastos por servicios bancarios y similares	795	U\$/mes
TOTAL	92.595	U\$/mes

Tabla 26. Resumen de costos.

Amortizaciones y depreciaciones

Depreciación

Es la pérdida de valor de un activo fijo dado por el desgaste o la obsolescencia que sufre éste a través del tiempo de uso. El objeto final de la depreciación es servir de mecanismo para recuperar la inversión.

Este término se utiliza para dar a entender que las inversiones permanentes de la planta han disminuido el potencial de servicio. Para los contables o contadores, la depreciación es una manera de asignar el costo de las inversiones a los diferentes ejercicios en los que se produce su uso o disfrute en la actividad empresarial. Los activos se deprecian basándose en criterios económicos, considerando el plazo de tiempo en que se hace uso en la actividad productiva, y su utilización efectiva en dicha actividad. Éste sólo se aplica al activo fijo, es decir, obras civiles, terrenos, máquinas y equipos, muebles, útiles y envases.

Depreciación de obras civiles

El cargo de depreciación de la obra civil será del 3% anual debido a la pérdida de valor de las construcciones producto del deterioro relacionado con los materiales de construcción.

Depreciación de máquinas y equipos

Se aplica desde un 5% a un 10% anual sobre el costo de estos bienes debido a que los equipos deben tener una construcción robusta y una vida útil considerable pero por otro lado, el avance tecnológico provoca que se vuelvan obsoletos incluso antes que termine su vida útil.

Depreciación de muebles y útiles

Bajo éste concepto se debe distinguir entre los bienes de oficina sobre los cuales se aplica un 10% anual y los bienes tecnológicos como computadoras, instrumentos de laboratorio sobre los que se aplica un 20% anual debido al rápido avance tecnológico en estos rubros.

Amortización

Es el cargo anual que se hace para recuperar la inversión en gastos de estudios y proyectos, dirección de obras civiles, instalación de equipos y cañerías, instalaciones eléctricas, gastos de puesta en marcha, gastos para imprevistos y amortización de marcas y patentes, en donde la inversión de dinero ya se realizó en el momento de la compra, por lo tanto al hacer un cargo por el concepto mencionado implica que en realidad no se está desembolsando el dinero, sino se está recuperando.

Se emplea referido a dos ámbitos diferentes casi opuestos: la amortización de un activo o la amortización de un pasivo. En ambos casos se trata de un valor, habitualmente grande, con una duración que se extiende a varios periodos o ejercicios, para cada uno de los cuales se calcula una amortización, de modo que se reparte ese valor entre todos los periodos en los que permanece.

El objetivo de este mecanismo es el beneficio que recibe el contribuyente de que toda la inversión sea recuperada por la vía fiscal, ya que al ser cargado un costo sin hacer el desembolso (que ya se realizó en el momento de compra), se aumentan los costos totales y esto causa por un lado un pago menor de impuestos y por el otro es dinero disponible para la formación de un fondo de amortización, de esta manera la empresa recupera toda la inversión por la vía fiscal independientemente de las ganancias obtenidas por concepto de ventas.

La cantidad porcentual del valor del bien que se puede recuperar cada año y en cuantos años se tardará en recuperar se determina en función de un porcentaje anual asignado por las leyes tributarias con base en el promedio de vida útil y tipo de bien en cuestión.

El cálculo de estos cargos se realiza mediante el método de línea recta que consiste en depreciar una cantidad igual cada año por determinado número de años, los cuales están dados por el propio porcentaje aplicado.

Amortización de estudios y proyectos

El porcentaje aplicable es del 10% anual.

Amortización de dirección de obras civiles

En este caso también se aplica un 10% anual sobre el gasto.

Amortización de instalación de equipos y cañerías

La amortización de estos gastos se realiza según una tasa del 10% anual.

Amortización de gastos de puesta en marcha

Se aplica un cargo del 15% anual.

Amortización de gastos imprevistos

Para la amortización de los gastos para imprevistos se aplica un 15% anual.

Amortización de gastos de organización

La amortización de estos gastos se debe realizar a una tasa del 10% anual.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los costos por depreciación y amortización:

Concepto	Inversión (U\$S)	Depreciación/ Amortización (%/año)	U\$S/año	U\$S/mes
Obras civiles	197.478	3	5.924,34	493,69
<i>Equipos de producción</i>				
Fuente	3.000.000	5	150.000	12.500
Aparejo elevador	127,87	5	6.39	0.53
Destilador de agua	4.000	5	200	16,67
Transportadores de rodillos	150.800	5	7.540	628,33
Autoelevador	51.000	5	2.550	212,50
<i>Equipos de servicios auxiliares</i>				
Evaporador Zona I	2.233,13	10	223.31	18.61
Evaporador Zona II	2.233,13	10	223.31	18.61

Evaporador Zona III	2.233,13	10	223.31	18.61
Unidad condensadora Zona I	1.820,12	10	182.01	15.17
Unidad condensadora Zona II	1.820,12	10	182.01	15.17
Unidad condensadora Zona III	1.820,12	10	182.01	15.17
Detector de incendios	67.2	10	6.72	0.56
Motobomba de incendios	524,21	10	52.42	4.37
Manguera+gabinete+lanza+válvula+boquilla	1.212,28	10	121.23	10.10
<i>Otros</i>				
Generador eléctrico	15.771,40	10	1.577,14	131.43
Muebles y útiles	25.796	10	2.579,65	214.97
Estudio y proyecto	13.411,42	10	1.341,14	111.76
Dirección de obras civiles	9.873,89	10	987.39	82.28
Instalación de equipos, cañerías e instalaciones eléctricas	26.822,84	10	2.682,28	223.52
Gastos de puesta en marcha	5.364,57	15	804.69	67.06
Gastos de imprevistos	24.587,19	15	3.688,08	307.34
Gastos de organización	826,9	10	82.69	6.89
TOTAL	15.113		U\$S/mes	

Tabla 27. Costos de amortización y depreciación.

Cálculo de costo unitario del servicio

A la hora de fijar el precio del servicio debe tenerse en cuenta el total de los costos que se tendrá para cumplir con la producción estipulada. El valor obtenido es referido al número de horas trabajadas. En un mes de trabajo:

- Días trabajados en 1 mes: 28 días.
- Horas trabajadas por día: 24 horas.

En la siguiente tabla se presenta esta información para un mes de actividad:

COSTO UNITARIO DEL SERVICIO				
CÁLCULO DE COSTOS DE SERVICIO				
Concepto	Costo por mes de	Porcentaje del	Costo/h	

	producción U\$S	total %	U\$S	
Costo de mano de obra	45.722	43.36	68.04	
Costo de servicios auxiliares	2.838	2.69	4.22	
Costo reposición de Co-60	27.533	26.11	40.97	
Costo de seguros	820	0.78	1.22	
Costo de mantenimiento	1.229	1.17	1.83	
Costo de amortización y depreciación	15.113	14.33	22.49	
Costos de fabricación	9.825	9.32	14.62	
Costos de asesoría externa	1570	1.49	2.34	
Gastos por servicios bancarios y similares	795	0.75	1.18	
TOTAL	105445	100.00	156.91	U\$S/hora
			52.30	U\$S/tonelada
			0.05	U\$S/kg de carne
Toneladas a procesar por hora	3	toneladas		
Horas trabajadas en un mes (24h/día - 28 días/mes):	672	Horas		

Tabla 28. Costo unitario del servicio de irradiación.

CÁLCULO DE COSTO DEL SERVICIO

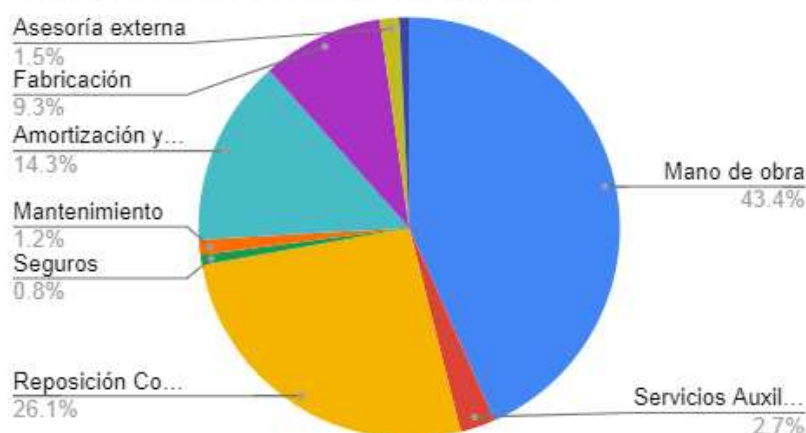


Gráfico 6. Costos del servicio

Ingresos por servicios

Se considera que el servicio presenta una ganancia que ofrezca un costo competitivo a la congelación. Congelar carne y mantener su temperatura (-18°C) durante un periodo de tiempo de 30 días aproximadamente* ronda en US\$0,18/kg (\$6,81/kg aproximadamente).

Si estipulamos una ganancia alrededor del 70%, los ingresos que se pretenden obtener según lo determinado para un mes de servicio son:

INGRESOS POR SERVICIOS					
Producción por día (horas)	Costo de servicio/hora U\$/h	Ganancia estipulada %	Precio de servicio/hora U\$/h	Ingreso	
24	156,91	70	300	7.200	U\$/día
				201.600	U\$/mes
				7.751.520	\$/mes

Precio de servicio por hora	
300	U\$/hora
Precio de servicio por kg	
0.10	U\$/kg

Tabla 29. Ingresos mensuales por el servicio y precio del servicio.

Siendo el precio del servicio U\$S 300/h, con una capacidad de producción de 3.000 kg/hora y trabajando 24h/día, el valor del servicio es de:

- **Valor del servicio por kg: U\$S 0,10 /kg (\$3,74/kg)**
- **Ingreso Mensual Total: \$ 7.751.520**

Ahora bien, para poder comparar con el valor U\$S 0,18/kg es preciso conocer el costo que tendría el producto para ser refrigerado por un mes luego de ser irradiado. Este costo de refrigeración (por un período de 30 días) es de aproximadamente 0,03 U\$S/kg (\$1,16/Kg). Entonces, se tendría un costo (servicio de irradiación + servicio de refrigeración) de U\$S 0,13/Kg¹, pero considerando la logística de las distancias entre el frigorífico y la Planta de Irradiación y viceversa que tendrán nuestros clientes le sumamos U\$S 0,012² (calculados para un recorrido máximo de aproximadamente 100 Km en total). Por lo tanto, el costo total sería de **U\$S 0,14 (\$5,37/Kg)** en comparación a los **U\$S 0,18 /Kg (\$6,81/kg)** del servicio de congelado.

	Irradiación y refrigeración	Congelación
	U\$S/kg	U\$S/kg
Contenedores de carga (1 mes³)	0.03	0.15
Tratamiento	0.10	0.03
Flete (100 km)	0.01	0
Total	0.14	0.18
Ahorro	21.1%	0%

Tabla 30. Resumen de costos comparativos.

Reemplazando la congelación por métodos combinados se obtiene un ahorro del **21,1%** por kg de producto. Por ejemplo para un frigorífico con una capacidad de producción diaria de 500 toneladas se obtendría un ahorro de **U\$S 20.000 /día**, es decir **U\$S 7.200.00 /año**.

Por estudios realizados por la *Comisión Nacional de Energía Atómica* y por búsqueda bibliográfica⁴, se sabe que si la carne recibe dosis de irradiación en un rango 2-5 kGy y luego es mantenida a temperaturas entre 3°C - 5°C, se extiende su vida útil en un

periodo que va desde los 15 días a 60 días. En nuestro caso por las dosis aplicadas y los envases utilizados se estima un periodo de 30 días a 70 días.

El rango de tiempo anteriormente nombrado incluye otras variables como el envasado al vacío o en atmósferas modificadas que como se sabe contribuye a aumentar la vida útil del producto.

Cálculo alternativo de costos

Situación 1: Cálculo alternativo de costos trabajando 16 horas/día en lugar de 24h/día, considerando un 50% de ganancia.

En este análisis se evaluará la posibilidad de que la planta trabaje 16 horas al día en lugar de 24 horas como se planteó en el estudio de mercado. Se vuelven a calcular los costos en base al nuevo planteo. Estos datos serán utilizados en el Capítulo XII para el análisis de escenario.

Costos fijos

Este rubro incluye costo de seguros de edificios, máquinas y equipos, costo de mantenimiento y reparaciones y costo por amortizaciones y depreciaciones. Estos serán los mismos que para una jornada de trabajo de 24h/día ya que se encuentran dentro de los costos fijos, es decir, no varían con la cantidad de producto irradiado.

Costos fijos		
Costo reposición de Co-60	27.533	U\$/mes
Costo de seguros	820	U\$/mes
Costo de mantenimiento	1.229	U\$/mes
Asesoría externa	1.570	U\$/mes
Gastos bancarios y similares	795	U\$/mes
Inversión y depreciación	15.113	U\$/mes
TOTAL	47.060	U\$/mes

Tabla 31. Costos fijos del proceso.

Costo de mano de obra

MANO DE OBRA					
Detalle	Cantidad	Horas/día	\$/Hora	Mensual Total + cargas sociales	
Personal de producción					
Jefe de producción	1	8		88000	
Encargado de Operación	3	8	146.44	98.407,68	
Encargado de Protección Radiológica	3	8	146.44	98.407,68	
Encargado de Mantenimiento	3	8	146.44	98.407,68	
Ayudante Operador	12	8	138.21	371.508,48	
Ayudante de Mantenimiento	3	8	121.17	81.426,24	
Personal de limpieza	3	8		67.596,66	
Personal administrativo			\$/Mes		
Gerente General	1	8	80.000	128.000	
Jefe comercial	1	8	45.000	72.000	
Jefe administrativo	1	8	45.000	72000.00	
Encargado de Marketing	1	8	28.346,1	45.353,76	
Encargado de Clientes	1	8	28.346,1	45.353,76	
Encargado de Finanzas	1	8	28.346,1	45.353,76	
Encargado de Compras	1	8	28.346,1	45.353,76	
Encargado de Recursos Humanos	1	8	28.346,1	45.353,76	
Otros					
Portero	3	8	23.595,57	37.752,91	
Encargado de Seguridad	3	8	26.770,42	42.832,67	
Jardinero	1	5	150	3.000	
			TOTAL	1.486.109	\$/mes
				38.650	U\$S/mes

Tabla 32. Costos de mano de obra para dos turnos de 8 horas cada uno.

Costo de funcionamiento

Energía eléctrica y agua

COSTO DE SERVICIOS AUXILIARES		
Concepto	Costo	
Electricidad	2043.37	U\$/mes
Agua	1.55	U\$/mes
TOTAL	2045	U\$/mes

Tabla 33. Costos de servicios auxiliares para dos turnos de 8 horas cada uno

Costo de fabricación

GASTOS DE FABRICACIÓN				
Concepto	Cantidad	Costo unitario U\$	Costo total U\$	
Refacciones alimentarias	1.260	2.65	3.339	
Uniformes del personal de producción	30	91	2.730	
Uniformes del personal administrativo	12	65	780	
		TOTAL	6.849	U\$/mes

Tabla 34. Costos de gastos de fabricación para dos turnos de 8 horas cada uno

Otros insumos

OTROS INSUMOS				
Concepto	Cantidad	Costo unitario U\$	Costo total U\$	
Dosímetro de producto x unidad	896	0.27	241,92	
Indicador de proceso (rollo 10000 unidades)	6	180	1.080	
Insumo de oficina, limpieza e higiene personal	1	250	250	
		TOTAL	1.572	U\$/mes

Tabla 35. Costos de otros insumos para dos turnos de 8 horas cada uno

Cálculo de Costo alternativo Unitario del Servicio

CÁLCULO DE COSTOS DE SERVICIO

Concepto	Costo por mes de producción U\$S	Porcentaje del total %	Costo/h U\$S	
Costo de mano de obra	38.650	40.85	86.27	
Costo de servicios auxiliares	2.045	2.16	4.56	
Costo reposición de Co-60	27.533	29.10	61.46	
Costo de seguros	820	0.87	1.83	
Costo de mantenimiento	1.229	1.30	2.74	
Costo de amortización y depreciación	15.113	15.98	33.74	
Costos de fabricación	6.849	7.24	15.29	
Costos de asesoría externa	1.570	1.66	3.50	
Gastos por servicios bancarios y similares	795	0.84	1.77	
TOTAL	94.604	100	211.17	U\$S/hora
			70.39	U\$S/tonelada
			0.070	U\$S/kg de carne

Toneladas a procesar por hora	3	toneladas
Horas trabajadas en un mes (8h/día - 28 días/mes):	448	horas

Tabla 36. Costo alternativo unitario del servicio.

Ingresos alternativos por servicios

Considerando un 50% de ganancias:

INGRESOS POR SERVICIOS					
Producción por día (horas)	Costo de servicio/hora U\$S/h	Ganancia estipulada %	Precio de servicio/hora U\$S/h	Ingreso	
16	211.17	50	330.00	5.280	U\$S/día
				147.840	U\$S/mes
				5.684.448	\$/mes
Precio de servicio por hora					

330	U\$/hora		
Precio de servicio por kg			
0.11	U\$/kg	110	U\$/tonelada

Tabla 37. Ingresos alternativos por servicios para 16hs de trabajo.

- Ingreso mensual: U\$S 147.840 (\$5.684.448)

Comparación con congelación

	Irradiación y refrigeración	Congelación
	U\$/kg	U\$/kg
Contenedores de carga (1 mes)	0.03	0.15
Tratamiento	0.11	0.03
Flete (100 km)	0.01	0
Total	0.15	0.18
Ahorro	15.6%	

Tabla 38. Comparación con productos congelados

Reemplazando la congelación por métodos combinados se obtiene un ahorro del **15,6%** por kg de producto.

Situación 2: Cálculo alternativo de costos trabajando 8 horas/día en lugar de 24h/día, considerando un 30% de ganancia.

En este análisis se evaluará la posibilidad de que la planta trabaje 8 horas al día en lugar de 24 horas como se planteó en el estudio de mercado. Se vuelven a calcular los costos en base al nuevo planteo. Estos datos serán utilizados en el Capítulo XII para el análisis de escenario.

Costos fijos

Este rubro incluye costo de seguros de edificios, máquinas y equipos, costo de mantenimiento y reparaciones y costo por amortizaciones y depreciaciones. Estos serán los mismos que para una jornada de trabajo de 24h/día ya que se encuentran dentro de los costos fijos, es decir, no varían con la cantidad de producto irradiado.

Costos fijos		
Costo reposición de Co-60	27.533	U\$/mes
Costo de seguros	820	U\$/mes
Costo de mantenimiento	1.229	U\$/mes
Asesoría externa	1.570	U\$/mes
Gastos bancarios y similares	795	U\$/mes
Inversión y depreciación	15.113	U\$/mes
TOTAL	47.060	U\$/mes

Tabla 39. Costos fijos del proceso.

Costo de mano de obra

MANO DE OBRA				
Detalle	Cantidad	Horas/día	\$/Hora	Mensual Total + cargas sociales
Personal de producción				
Jefe de producción	1	8		88000.00
Encargado de Operación	2	8	146.44	65605.12
Encargado de Protección Radiológica	2	8	146.44	65605.12
Encargado de Mantenimiento	2	8	146.44	65605.12
Ayudante Operador	8	8	138.21	247672.32
Ayudante de Mantenimiento	2	8	121.17	54284.16
Personal de limpieza	2	8		45064.44
Personal administrativo			\$/Mes	
Gerente General	1	8	80.000	128.000
Jefe comercial	1	8	45.000	72.000
Jefe administrativo	1	8	45.000	72.000
Encargado de Marketing	1	8	28.346,1	45.353,76
Encargado de Clientes	1	8	28.346,1	45.353,76
Encargado de Finanzas	1	8	28.346,1	45.353,76
Encargado de Compras	1	8	28.346,1	45.353,76
Encargado de Recursos	1	8	28.346,1	45.353,76

Humanos					
Otros					
Portero	2	8	23.595,57	37.752,91	
Encargado de Seguridad	2	8	26.770,42	42.832,67	
Jardinero	1	5	150	3000	
			TOTAL	1.214.191	\$/mes
				31.578	U\$/mes

Tabla 40. Mano de obra necesaria para un turno de 8 horas.

Costo de funcionamiento

Energía eléctrica y agua

COSTO DE SERVICIOS AUXILIARES		
Concepto	Costo	
Electricidad	1.275,31	U\$/mes
Agua	0.77	U\$/mes
TOTAL	1.276	U\$/mes

Tabla 41. Costo de servicios auxiliares para un turno de 8 horas.

Costo de fabricación

GASTOS DE FABRICACIÓN				
Concepto	Cantidad	Costo unitario U\$	Costo total U\$	
Refacciones alimentarias	580	2.65	1.537	
Uniformes del personal de producción	22	91	2.002	
Uniformes del personal administrativo	10	65	650	
		TOTAL	4.189	U\$/mes

Tabla 43. Gastos de fabricación para un turno de 8 horas.

Otros insumos

OTROS INSUMOS			
Concepto	Cantidad	Costo unitario U\$	Costo total U\$
Dosímetro de producto x unidad	450	0.27	121.5
Indicador de proceso (rollo 10000 unidades)	3	180	540

Insumo de oficina, limpieza e higiene personal	1	230	230
--	---	-----	-----

Tabla 44. Otros insumos para un turno de 8 horas.

Cálculo de Costo alternativo Unitario del Servicio

CÁLCULO DE COSTOS DE SERVICIO				
Concepto	Costo por mes de producción U\$S	Porcentaje del total %	Costo por hora U\$S	
Costo de mano de obra	31.578	37.55	140.98	
Costo de servicios auxiliares	1.276	1.52	5.70	
Costo reposición de Co-60	27.533	32.74	122.91	
Costo de seguros	820	0.97	3.66	
Costo de mantenimiento	1229	1.46	5.49	
Costo de amortización y depreciación	15.113	17.97	67.47	
Costos de fabricación	4.189	4.98	18.70	
Costos de asesoría externa	1.570	1.87	7.01	
Gastos por servicios bancarios y similares	795	0.95	3.55	
TOTAL	84.104	100	375.46	U\$S/hora
			125.15	U\$S/tonelada
			0.125	U\$S/kg de carne
Toneladas a procesar por hora	3	toneladas		
Horas trabajadas en un mes (8h/día - 28 días/mes):	224	horas		

Tabla 45. Costo unitario del servicio de irradiación.

Ingresos alternativos por servicios

Considerando un 30% de ganancias:

INGRESOS POR SERVICIOS					
Producción por día (horas)	Costo de servicio/hora U\$/h	Ganancia estipulada %	Precio de servicio / hora U\$/h	Ingreso	
8	375.46	30	517	4.136	U\$/día
				115.808	U\$/mes
				4.452.818	\$/mes

Precio de servicio por hora			
517	U\$/hora		
Precio de servicio por kg			
0.17	U\$/kg	172.33	U\$/tonelada

Tabla 46. Ingresos por el servicio de irradiación.

- Ingreso mensual: U\$S 115.808 (\$4.445.818)

Comparación con congelación

	Irradiación y refrigeración U\$/kg	Congelación U\$/kg
Contenedores de carga (1 mes)	0.03	0.15
Tratamiento	0.17	0.03
Flete (100 km)	0.01	0
Total	0.21	0.18

Tabla 47. Resumen comparativo.

Situación 3: Cálculo alternativo de costos trabajando 16 horas/día en lugar de 24h/día y manteniendo el precio del servicio actual.

En este análisis se evaluará la posibilidad de que la planta trabaje 16 horas al día en lugar de 24 horas como se planteó en el estudio de mercado y además se calcula la ganancia que debería tenerse para mantener el precio del servicio actual (U\$S 300/h).

Los resultados obtenidos son los mismos que para la situación 1 exceptuando los ingresos por servicios.

INGRESOS POR SERVICIOS					
Producción por día (horas)	Costo de servicio/hora U\$/h	Ganancia estipulada %	Precio de servicio/hora U\$/h	Ingreso	
16	211.17	42.1	300	4.800	U\$/día
				134.400	U\$/mes
				5.167.680	\$/mes

Tabla 47. Ingresos por el servicio de irradiación.

- Ingreso mensual: U\$S 134.400 (\$5.167.680)

Referencias

- 1- Dato consultado a empresa de fletes marítimos *Icontainers*.
- 2- Dato aportado por servicio de logística, considerando un producto refrigerado que recorre una distancia promedio de 100 km en total.
- 3- Este tiempo hace referencia a lo que tarda un buque de carga con equipos de congelación en llegar a destino partiendo desde Argentina, considerando como promedio 30 días. Dato aportado por Planta Procesadora de Aves "Las Camelias S.A" (San José, Entre Ríos).
- 4- Datos de la CNEA y búsqueda bibliográfica.

Ejemplos de Extensión de la vida comercial

Producto cárnico	Dosis kGy	Vida comercial (días)	Irradiado (días)
Cortes bovinos	2	14-21	70
Carne picada	1.5	8-10	26-28
Trozos de cerdo	3	41	90
Carne de Cerdo picada	1	8	12

Tabla 48. Ejemplos de extensión de vida útil (Fuente: Celina Horak-CNEA)

Producto y condiciones de envasado	Dosis (kGy)	Almacenamiento post-irradiación (°C)	Vida comercial ^a (días)	Referencias
Empanadas de carne de vaca, vacío	1,5	+ 3	15	Dempster <i>et al.</i> (1985)
	2,0	+ 4	55 ^b	Murano <i>et al.</i> (1998)
	3,0	+ 4	42	Roberts y Weese (1998)
Empanadas de carne de cerdo, vacío	2,0	+ 2	> 30	Venugopal y Dickson (1999)
Empanadas de carne de cerdo, aire	2,0	+ 2	> 30	Venugopal y Dickson (1999)
Carne triturada de cerdo, vacío	> 1,9	+ 2	> 35	Thayer <i>et al.</i> (1993)
	1,0	+ 5	11	Ehioba <i>et al.</i> (1988)
Comos de cerdo, nitrógeno	1,0	+ 5	26	Lambert <i>et al.</i> (1992a)
Comos de cerdo, vacío	2,5-3,0	+ 2 a + 4	90	Lebepe <i>et al.</i> (1990)
Comos de vaca salada, troceada, vacío	5,0	+ 5	35	Wills <i>et al.</i> (1987)
Chanceta ahumada, vacío	2,5	+ 4	90 +	Risvik (1986)
Pollos, aire	3,0	+ 4	13	Bok y Holzapfel (1984)
	7,0	+ 4	30	Bok y Holzapfel (1984)
Pollos, vacío	5,0	+ 4	28	Fiszer <i>et al.</i> (1980)

^a La vida comercial usualmente se define como el tiempo para el que los recuentos bacterianos mesófilos alcancen 10^7 unidades formadoras de colonias (UFC)/g o cm^2 (Kraft y Ayres, 1952).

^b En estos casos el límite de recuentos bacterianos de deterioro ha sido rebajado a 10^6 UFC/g o cm^2 .

Tabla 49. Vida comercial de productos cárnicos y avícolas seleccionados en fresco y procesados irradiados bajo ciertas condiciones



CAPÍTULO 12:

EVALUACIÓN FINANCIERA Y AMBIENTAL

Evaluación financiera

Una evaluación financiera compara los beneficios que genera un proyecto con los desembolsos por la amortización e intereses de los préstamos, buscando la *máxima rentabilidad*.

La evaluación financiera de proyectos está destinada a observar los factores involucrados en su realización. Sin ella, una entidad comercial no tiene la información necesaria, para tomar una decisión fundada sobre los alcances y riesgos de un proyecto.

La evaluación de un proyecto de inversión tiene por objeto conocer su rentabilidad económica, financiera y social, con el fin de resolver una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable, asignando los recursos económicos existentes a la mejor alternativa. En sí, determinar si el proyecto generará los recursos suficientes para justificar la inversión realizada.

En la actualidad, una inversión inteligente requiere de una buena estructuración y evaluación, la cual indique la pauta a seguir, en aspectos como: la correcta asignación de recursos, la seguridad de que la inversión será realmente rentable, la decisión del ordenamiento de varios proyectos en función a su rentabilidad y finalmente, tomar una decisión de aceptación o rechazo.

Para realizar la evaluación financiera del presente proyecto es necesario confeccionar el flujo de fondos del mismo durante los primeros diez años del proyecto. Pasado 'este periodo se considera un perpetuidad, es decir, la empresa sigue generando ingresos.

Flujo de fondos

El flujo de fondos es un plan de negocios o propuesta que permite sintetizar la información económica relevante e identificar sus aspectos vitales. Desde el punto de vista numérico, queda definido por la inversión inicial, el rendimiento esperado y algún lapso en el que estos dos elementos evolucionan. Armar un flujo de fondos permite tomar toda esta información económica relevante y sintetizarla para identificar sus aspectos vitales.

Para determinar el flujo de fondos se tienen en cuenta los ingresos y egresos para cada año de vida útil del proyecto. A partir de los valores nominales de todos los flujos

se puede obtener los valores de los índices de evaluación financiera. Se considera un impuesto a las ganancias del 35%.

Criterios de evaluación

La evaluación se realiza a través de *métodos de evaluación compleja* los cuales tienen en cuenta el valor del dinero en el tiempo. Se calculan el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) o Valor Presente Neto (VPN) es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. Éste permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: *maximizar la inversión*. Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual. Si es positivo significará que el valor de la inversión tendrá un incremento equivalente al monto del VAN. Si es negativo quiere decir que la inversión se reducirá en el valor que arroje el VAN. Si el resultado del VAN es cero, la empresa no modificará el monto de su valor.

El cálculo se efectúa considerando el flujo de fondo de los ingresos, egresos y la inversión, tomando una tasa de interés de referencia igual a 14% anual (Banco de la Nación Argentina y Socios Capitalistas), mediante la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum \frac{FN}{(1+i)^n} - I$$

Dónde:

FN = Flujo de caja neto de cada año

i = Tasa de Interés

n = Número de períodos

I = Inversión Inicial

Como se observa en la tabla 1, el valor del VAN obtenido es *positivo* e igual a **U\$S8.830.556**, lo que significa que el proyecto supera las ganancias que el inversor exige como mínimo para invertir en el mismo. El proyecto es capaz de devolvernos el capital invertido y pagar el interés ("Aceptado").

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR es la tasa de retorno o tipo de rendimiento interno de una inversión, es decir, es aquel tipo de actualización que hace igual a cero el valor del capital. Ésta nos informa de la rentabilidad de la inversión, por lo tanto, es un indicador relativo al capital invertido.

El valor de la TIR se lo halla mediante el flujo de fondo como tasa de interés que da el valor del VAN igual a cero, queda expresado en la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum \frac{FN}{(1 + TIR)^n} - I = 0$$

El valor de la TIR = **26%**. El rendimiento del capital invertido es superior a su costo de oportunidad (“Aceptado”).

El recupero de la inversión se da en 5.5 años con un retorno de capital promedio anual del 18%.

Se puede observar lo anterior mencionado en la tabla 1:

ESTADO DE RESULTADO	AÑOS										
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
INGRESOS POR SERVICIO		2.419.200	2.419.200	2.419.200	2.419.200	2.419.200	2.419.200	2.419.200	2.419.200	2.419.200	2.419.200
Cantidad (tn irradiadas/año)		24.192	24.192	24.192	24.192	24.192	24.192	24.192	24.192	24.192	24.192
Crecimiento				0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Precio/tn		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
COSTOS FABRICACION		1.064.692,16	1.064.692,16	1.064.692,16	1.064.692,16	1.064.692,16	1.064.692,16	1.064.692,16	1.064.692,16	1.064.692,16	1.064.692,16
Mano de Obra		373.822,75	373.823	373.823	373.823	373.823	373.823	373.823	373.823	373.823	373.823
Insumos (Reposición CO-60)		330.392,91	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393
Amortizaciones y depreciaciones		181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13
Otros insumos		27.165,24	27.165,24	27.165,24	27.165,24	27.165,24	27.165,24	27.165,24	27.165,24	27.165,24	27.165,24
Servicios auxiliares		34.051,12	34.051	34.051	34.051	34.051	34.051	34.051	34.051	34.051	34.051
Gastos de fabricación		117.900,00	117.900	117.900	117.900	117.900	117.900	117.900	117.900	117.900	117.900
RESULTADO BRUTO		1.354.507,84	1.354.507,84	1.354.507,84	1.354.507,84	1.354.507,84	1.354.507,84	1.354.507,84	1.354.507,84	1.354.508	1.354.508
Margen %		55,99	55,99	55,99	55,99	55,99	55,99	55,99	55,99	55,99	55,99
GASTOS ADMINISTRATIVOS		161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03
Salarios		133.433,03	133.433	133.433	133.433	133.433	133.433	133.433	133.433	133.433	133.433
Asesores externos		18.840,00	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840
Gastos bancarios y similares		9.540,00	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540
GASTOS COMERCIALIZACIÓN		51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30
Sueldos		51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30
RESULTADO OPERATIVO		1.140.959,52	1.140.959,52	1.140.959,52	1.140.959,52	1.140.959,52	1.140.959,52	1.140.959,52	1.140.959,52	1.140.959,52	1.140.959,52
Margen %		47,16	47,16	47,16	47,16	47,16	47,16	47,16	47,16	47,16	47,16
INTERESES DEVENGADOS		141.753,9	131.668,2	120.692,5	108.748,3	95.750,2	81.605,0	66.211,6	49.459,9	31.229,9	11.391,3
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		999.205,63	1.009.291,30	1.020.266,98	1.032.211,20	1.045.209,37	1.059.354,55	1.074.747,94	1.091.499,65	1.109.729,60	1.129.568,18
IMPUESTO A LAS GANANCIAS		349.721,97	353.252	357.093	361.274	365.823	370.774	376.162	382.025	388.405	395.349
RESULTADO NETO		649.483,66	656.039	663.174	670.937	679.386	688.580	698.586	709.475	721.324	734.219
Margen %		26,85	27,12	27,41	27,73	28,08	28,46	28,88	29,33	30%	30%

CASH FLOW												
+	RESULTADO NETO	649.483,66	656.039,34	663.173,54	670.937,28	679.386,09	688.580,46	698.586,16	709.474,77	721.324,24	734.219,32	
+	DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	
+	INTERESES	92.140,03	85.584,34	78.450,15	70.686,41	62.237,60	53.043,23	43.037,53	32.148,92	20.299,45	7.404,37	
-	INVERSION ACTIVOS FIJOS	491.744										
-	INVERSION ACTIVOS INTANGIBLES	81.714										
-	INVERSION CAPITAL DE TRABAJO	3.197.969										
	Mano de obra	186.618										
	Fuente	3.000.000										
	Servicios auxiliares	11.350										
-	INVERSIÓN TOTAL	3.771.426										

FLUJO DE FONDOS	-3.771.426	922.983,82	922.983,82	922.983,82	922.983,82	922.983,82	922.983,82	922.983,82	922.983,82	922.983,82	922.983,82	6.523.775,93
CASH FLOW	3.771.426	922.984	922.984	922.984	922.984	922.984	922.984	922.983,82	922.983,82	922.983,82	922.983,82	6.523.775,93

Tabla 1. Flujo de fondos.

ANÁLISIS DE ESCENARIO

Es preciso analizar el riesgo que tendrá el proyecto a futuro y por ello se hará un *análisis de escenario*. Este es un análisis completo, que permite incorporar la variación conjunta de más de dos variables a la vez y su impacto en la rentabilidad del negocio, analizándolo por medio de la Tasa Interna de Retorno y el Valor Actual Neto.

Esta herramienta nos permite analizar cómo se comporta el resultado al asignar distintos valores a cada una de las variables del flujo de fondos al mismo tiempo. De esta forma podemos realizar distintas combinaciones con las variables, creando distintos “escenarios” que podrían ocurrir.

Escenarios

Realista / Pesimista / Optimista

En este análisis se evaluarán las dos posibilidades descritas en el capítulo 11:

- Situación actual: Cálculo de costos trabajando 24h/día, considerando un 70% de ganancia - Escenario optimista. (Explicado en Evaluación financiera con valores del Estudio de Mercado realizado en el capítulo 2 del presente proyecto).
- Situación 1: Cálculo alternativo de costos trabajando 16 horas/día en lugar de 24h/día, considerando un 50% de ganancia - Escenario realista.
- Situación 2: Cálculo alternativo de costos trabajando 8 horas/día en lugar de 24h/día, considerando un 30% de ganancia - Escenario pesimista.
- Situación 3: Cálculo alternativo de costos trabajando 16 horas/día en lugar de 24h/día y manteniendo el precio del servicio actual.

Para la *situación 1*, se puede observar el flujo de fondos, VAN y TIR en la tabla 2.

En dicha tabla se observa que el recupero de la inversión se produce en 10 años con un retorno del capital promedio anual del 10%.

El valor del VAN obtenido es positivo e igual a **U\$S 6.833.739**, lo que significa que el proyecto supera las ganancias que el inversor exige como mínimo para invertir en el proyecto. Este monto es un 22% menor al del escenario actual.

El valor de la **TIR = 16%** lo que significa que el rendimiento del capital invertido es superior a su costo de oportunidad, por lo que el proyecto es rentable para esta situación. Esto se puede observar en la tabla 2:

ESTADO DE RESULTADO	AÑOS										
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
INGRESOS POR SERVICIOS		1.774.080	1.774.080	1.774.080	1.774.080	1.774.080	1.774.080	1.774.080	1.774.080	1.774.080	1.774.080
Cantidad (tn irradiadas/año)		16.128,00	16.128,00	16.128,00	16.128,00	16.128,00	16.128,00	16.128,00	16.128,00	16.128,00	16.128,00
Crecimiento				0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Precio/tn		110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00
COSTOS FABRICACION		924.705,44	924.705,44	924.705,44	924.705,44	924.705,44	924.705,44	924.705,44	924.705,44	924.705,44	924.705,44
Mano de Obra		287.362,30	287.362	287.362	287.362	287.362	287.362	287.362	287.362	287.362	287.362
Insumos (Reposición CO-60)		330.392,91	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393
Amortizaciones y depreciaciones		181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13
Otros insumos		18.863,04	18.863,04	18.863,04	18.863,04	18.863,04	18.863,04	18.863,04	18.863,04	18.863,04	18.863,04
Servicios auxiliares		24.539,06	24.539	24.539	24.539	24.539	24.539	24.539	24.539	24.539	24.539
Gastos de fabricación		82.188,00	82.188	82.188	82.188	82.188	82.188	82.188	82.188	82.188	82.188
RESULTADO BRUTO		849.374,56	849.374,56	849.374,56	849.374,56	849.374,56	849.374,56	849.374,56	849.374,56	849.375	849.375
Margen %		47,88	47,88	47,88	47,88	47,88	47,88	47,88	47,88	47,88	47,88
GASTOS ADMINISTRATIVOS		161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03
Salarios		133.433,03	133.433	133.433	133.433	133.433	133.433	133.433	133.433	133.433	133.433
Asesores externos		18.840,00	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840
Gastos bancarios y similares		9.540,00	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540
GASTOS COMERCIALIZACIÓN		51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30
Sueldos		51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30
RESULTADO OPERATIVO		635.826,23	635.826,23	635.826,23	635.826,23	635.826,23	635.826,23	635.826,23	635.826,23	635.826,23	635.826,23
Margen %		35,84	35,84	35,84	35,84	35,84	35,84	35,84	35,84	35,84	35,84
INTERESES DEVENGADOS		141.753,9	131.668,2	120.692,5	108.748,3	95.750,2	81.605,0	66.211,6	49.459,9	31.229,9	11.391,3
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		494.072,33	504.158,03	515.133,73	527.077,93	540.076,03	554.221,23	569.614,63	586.366,33	604.596,33	624.434,93
IMPUESTO A LAS GANANCIAS		172.925,32	176.455	180.297	184.477	189.027	193.977	199.365	205.228	211.609	218.552
RESULTADO NETO		321.147,02	327.703	334.837	342.601	351.049	360.244	370.250	381.138	392.988	405.883
Margen %		18,10	18,47	18,87	19,31	19,79	20,31	20,87	21,48	22%	23%

CASH FLOW												
+	RESULTADO NETO		321.147,02	327.702,72	334.836,93	342.600,66	351.049,42	360.243,80	370.249,51	381.138,12	392.987,62	405.882,71
+	DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES		181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13
+	INTERESES		92.140,04	85.584,33	78.450,13	70.686,40	62.237,63	53.043,25	43.037,54	32.148,94	20.299,44	7.404,35
-	INVERSION ACTIVOS FIJOS	491743,75										
-	INVERSION ACTIVOS INTANGIBLES	81713,72										
-	INVERSION CAPITAL DE TRABAJO	3162781,38										
	Mano de obra	154601,70										
	Fuente	3000000										
	Servicios auxiliares	8179,69										
-	INVERSIÓN TOTAL	3736238,85										
FLUJO DE FONDOS		-3736238,85	594.647,18	594.647,18	594.647,18	594.647,18	594.647,18	594.647,18	594.647,18	594.647,18	594.647,18	4.203.047,66
Cash Flow		3.736.239	594.647	594.647	594.647	594.647	594.647	594.647	594.647,18	594.647,18	594.647,18	4.203.047,66

Tabla 2. Flujo de fondos para la situación 2.

Para la *situación 2*, se puede observar el flujo de fondos, VAN y TIR en la tabla 3.

En ésta se observa que el recupero de la inversión se produce en el año 14 con un retorno del capital promedio anual del 7%.

El valor del VAN obtenido es positivo e igual a **U\$S4.831.338**, lo que significa que el proyecto supera las ganancias que el inversor exige como mínimo para invertir en el proyecto. Este monto es un 45% menor al del escenario actual.

El valor de la **TIR = 3%** significa que el rendimiento del capital invertido es menor a su costo de oportunidad, es decir que el proyecto no sería rentable para esta situación. Esto se puede observar en la tabla 3.

Para la *situación 3*, se puede observar el flujo de fondos, VAN y TIR en la tabla 4.

En dicha tabla se observa que el recupero de la inversión se produce en 15 años con un retorno del capital promedio anual del 7%.

El valor del VAN obtenido es positivo e igual a **U\$S6.206.033**, lo que significa que el proyecto supera las ganancias que el inversor exige como mínimo para invertir en el proyecto.

El valor de la **TIR = 12%** significa que el rendimiento del capital invertido es menor a la tasa de interés de referencia (14%), es decir que el proyecto no sería rentable para esta situación.

Esto se puede observar en la tabla 4.

ESTADO DE RESULTADO	AÑOS										
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
INGRESOS POR SERVICIO		1.389.696	1.389.696	1.389.696	1.389.696	1.389.696	1.389.696	1.389.696	1.389.696	1.389.696	1.389.696
Cantidad (tn irradiadas/año)		8.064,00	8.064,00	8.064,00	8.064,00	8.064,00	8.064,00	8.064,00	8.064,00	8.064,00	8.064,00
Crecimiento				0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Precio/tn		172,33	172,33	172,33	172,33	172,33	172,33	172,33	172,33	172,33	172,33
COSTOS FABRICACION		788.933,90	788.933,90	788.933,90	788.933,90	788.933,90	788.933,90	788.933,90	788.933,90	788.933,90	788.933,90
Mano de Obra		200.901,84	200.902	200.902	200.902	200.902	200.902	200.902	200.902	200.902	200.902
Insumos (Reposición CO-60)		330.392,91	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393
Amortizaciones y depreciaciones		181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13
Otros insumos		10.698,00	10.698,00	10.698,00	10.698,00	10.698,00	10.698,00	10.698,00	10.698,00	10.698,00	10.698,00
Servicios auxiliares		15.313,02	15.313	15.313	15.313	15.313	15.313	15.313	15.313	15.313	15.313
Gastos de fabricación		50.268,00	50.268	50.268	50.268	50.268	50.268	50.268	50.268	50.268	50.268
RESULTADO BRUTO		600.762,10	600.762,10	600.762,10	600.762,10	600.762,10	600.762,10	600.762,10	600.762,10	600.762	600.762
Margen %		43,23	43,23	43,23	43,23	43,23	43,23	43,23	43,23	43,23	43,23
GASTOS ADMINISTRATIVOS		63.861,94	63.861,94	63.861,94	63.861,94	63.861,94	63.861,94	63.861,94	63.861,94	63.861,94	63.861,94
Salarios		35.481,94	35.482	35.482	35.482	35.482	35.482	35.482	35.482	35.482	35.482
Asesores externos		18.840,00	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840
Gastos bancarios y similares		9.540,00	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540
GASTOS COMERCIALIZACIÓN		51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30
Sueldos		51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30
RESULTADO OPERATIVO		485.164,87	485.164,87	485.164,87	485.164,87	485.164,87	485.164,87	485.164,87	485.164,87	485.164,87	485.164,87
Margen %		34,91	34,91	34,91	34,91	34,91	34,91	34,91	34,91	34,91	34,91
INTERESES DEVENGADOS		141.753,9	131.668,2	120.692,5	108.748,3	95.750,2	81.605,0	66.211,6	49.459,9	31.229,9	11.391,3
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		343.410,97	353.496,67	364.472,37	376.416,57	389.414,67	403.559,87	418.953,27	435.704,97	453.934,97	473.773,57
IMPUESTO A LAS GANANCIAS		120.193,84	123.724	127.565	131.746	136.295	141.246	146.634	152.497	158.877	165.821
RESULTADO NETO		223.217,13	229.773	236.907	244.671	253.120	262.314	272.320	283.208	295.058	307.953
Margen %		16,06	16,53	17,05	17,61	18,21	18,88	19,60	20,38	21%	22%

	CASH FLOW											
+	RESULTADO NETO		223.217,13	229.772,83	236.907,04	244.670,77	253.119,53	262.313,91	272.319,62	283.208,23	295.057,73	307.952,82
+	DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES											
+	INTERESES		92.140,04	85.584,33	78.450,13	70.686,40	62.237,63	53.043,25	43.037,54	32.148,94	20.299,44	7.404,35
-	INVERSION ACTIVOS FIJOS	491743,75										
-	INVERSION ACTIVOS INTANGIBLES	81713,72										
-	INVERSION CAPITAL DE TRABAJO	3131418,06										
	Mano de obra	126313,72										
	Fuente	3000000										
	Servicios auxiliares	5104,34										
-	INVERSIÓN TOTAL	3704875,53										
	</											

Tabla 3. Flujo de fondos para la situación 3.

ESTADO DE RESULTADO	AÑOS										
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
INGRESOS POR SERVICIOS		1.612.800	1.612.800	1.612.800	1.612.800	1.612.800	1.612.800	1.612.800	1.612.800	1.612.800	1.612.800
Cantidad (tn irradiadas/año)		16.128,00	16.128,00	16.128,00	16.128,00	16.128,00	16.128,00	16.128,00	16.128,00	16.128,00	16.128,00
Crecimiento				0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Precio/tn		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
COSTOS FABRICACION		924.705,44	924.705,44	924.705,44	924.705,44	924.705,44	924.705,44	924.705,44	924.705,44	924.705,44	924.705,44
Mano de Obra		287.362,30	287.362	287.362	287.362	287.362	287.362	287.362	287.362	287.362	287.362
Insumos (Reposición CO-60)		330.392,91	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393	330.393
Amortizaciones y depreciaciones		181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13
Otros insumos		18.863,04	18.863,04	18.863,04	18.863,04	18.863,04	18.863,04	18.863,04	18.863,04	18.863,04	18.863,04
Servicios auxiliares		24.539,06	24.539	24.539	24.539	24.539	24.539	24.539	24.539	24.539	24.539
Gastos de fabricación		82.188,00	82.188	82.188	82.188	82.188	82.188	82.188	82.188	82.188	82.188
RESULTADO BRUTO		688.094,56	688.094,56	688.094,56	688.094,56	688.094,56	688.094,56	688.094,56	688.094,56	688.095	688.095
Margen %		42,66	42,66	42,66	42,66	42,66	42,66	42,66	42,66	42,66	42,66
GASTOS ADMINISTRATIVOS		161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03	161.813,03
Salarios		133.433,03	133.433	133.433	133.433	133.433	133.433	133.433	133.433	133.433	133.433
Asesores externos		18.840,00	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840	18.840
Gastos bancarios y similares		9.540,00	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540	9.540
GASTOS COMERCIALIZACIÓN		51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30
Sueldos		51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30	51.735,30
RESULTADO OPERATIVO		474.546,23	474.546,23	474.546,23	474.546,23	474.546,23	474.546,23	474.546,23	474.546,23	474.546,23	474.546,23
Margen %		29,42	29,42	29,42	29,42	29,42	29,42	29,42	29,42	29,42	29,42
INTERESES DEVENGADOS		141.753,9	131.668,2	120.692,5	108.748,3	95.750,2	81.605,0	66.211,6	49.459,9	31.229,9	11.391,3
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		332.792,33	342.878,03	353.853,73	365.797,93	378.796,03	392.941,23	408.334,63	425.086,33	443.316,33	463.154,93
IMPUESTO A LAS GANANCIAS		116.477,32	120.007	123.849	128.029	132.579	137.529	142.917	148.780	155.161	162.104
RESULTADO NETO		216.315,02	222.871	230.005	237.769	246.217	255.412	265.418	276.306	288.156	301.051
Margen %		13,41	13,82	14,26	14,74	15,27	15,84	16,46	17,13	18%	19%

CASH FLOW												
+	RESULTADO NETO	216.315,02	222.870,72	230.004,93	237.768,66	246.217,42	255.411,80	265.417,51	276.306,12	288.155,62	301.050,71	
+	DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	181.360,13	
+	INTERESES	92.140,04	85.584,33	78.450,13	70.686,40	62.237,63	53.043,25	43.037,54	32.148,94	20.299,44	7.404,35	
-	INVERSION ACTIVOS FIJOS	491743,75										
-	INVERSION ACTIVOS INTANGIBLES	81713,72										
-	INVERSION CAPITAL DE TRABAJO	3162781,38										
	Mano de obra	154601,70										
	Fuente	3000000										
	Servicios auxiliares	8179,69										
-	INVERSIÓN TOTAL	3736238,85										
FLUJO DE FONDOS		-3736238,85	489.815,18	489.815,18	489.815,18	489.815,18	489.815,18	489.815,18	489.815,18	489.815,18	489.815,18	3.462.080,74
Cash Flow		3.736.239	489.815	489.815	489.815	489.815	489.815	489.815,18	489.815,18	489.815,18	489.815,18	3.462.080,74

Tabla 4. Flujo de fondos para la situación 3.

Resumiendo:

	Situación actual	Situación 1	Situación 2	Situación 3
Cantidad de turnos	3	2	1	2
Precio de Servicio (U\$/h)	300	330	517	300
Margen de Ganancia (%)	70%	50%	30%	42%
Valor Actual Neto (VAN)	8.830.556 U\$S	6.833.739 U\$S	4.831.338 U\$S	6.206.033 U\$S
Tasa Interna de Retorno (TIR)	26%	16%	3%	12%
Período de recupero de la inversión	5,5 años	10 años	14 años	15 años
Retorno del capital promedio anual	18%	10%	7%	7%

Tabla 5. Resumen del análisis de escenario.

En conclusión, se observa que a medida que la planta disminuye sus horas de trabajo diarias, los valores de VAN y TIR, así como el porcentaje de retorno del capital promedio, disminuyen, aumentando el período de recupero de la inversión. Esto en gran parte se debe a que el capital de trabajo incluye el costo de la fuente de Cobalto 60, nuestro principal insumo y como hemos descrito en capítulos anteriores, la misma irradia en todo momento por lo que para tener una rentabilidad alta del proyecto, lo más eficiente es trabajar las 24 horas del día.

Se opta por una situación *optimista* ya que según el estudio de mercado realizado es totalmente posible tener la planta de irradiación funcionando las 24 horas del día porque se abastecería constantemente de producto para irradiar.

Evaluación ambiental

La evaluación ambiental es el procedimiento para analizar los efectos previsibles sobre el medio ambiente de programas y proyectos antes de su aprobación, desde la fase de diseño. El objetivo de esta evaluación previa es la prevención y corrección de los posibles impactos negativos derivados de la implementación de este proyecto.

El impacto ambiental neto de la Planta de Irradiación industrial es:

- A nivel geográfico, modificando el paisaje del lote utilizado que actualmente se encuentra descampado, pero dicho espacio ya se encuentra destinado para actividades industriales.
- A nivel geológico no se comprometen las capas terrestres ya que la única perforación necesaria es la de la piscina de almacenamiento, que precisa 6m de profundidad.
- En cuanto a la radiación residual que pueda liberarse al medio ambiente, ésta es mínima ya que la fuente se encuentra altamente aislada en un búnker de hormigón y los productos irradiados no poseen radiación adicional luego del tratamiento.
- Las fuentes utilizadas son retiradas del portafuentes luego de aproximadamente 20 años y no son desechadas, sino retiradas por el proveedor de esta.
- No se generan efluentes industriales de ningún tipo.

A fin de garantizar el grado necesario de seguridad, los gobiernos deben poner en vigor reglamentos relativos tanto al alimento irradiado como a las instalaciones de irradiación. Los organismos de reglamentación deben determinar cuáles son los alimentos que pueden irradiarse y con qué propósito concreto, y deben establecer la cantidad precisa de radiación que puede utilizarse en el procesamiento de cada tipo de alimento para conseguir el efecto deseado. Los organismos de reglamentación deben prescribir el tipo de información sobre el proceso que debe figurar en la etiqueta de los alimentos irradiados. En este contexto, la Norma General del Codex Alimentarius para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados establece claramente que un alimento que se ha tratado con radiaciones ionizantes debe indicarlo claramente en la etiqueta. Las plantas de irradiación de alimentos estarán sujetas no sólo al tipo de inspección que se ejerce en todas las operaciones de procesamiento, sino también a la reglamentación y la supervisión de autoridades gubernamentales responsables de la inocuidad de otras aplicaciones de la irradiación. Así, este doble

sistema de inspección garantizará que la irradiación de alimentos no presenta riesgos indebidos para los trabajadores, los consumidores o el medio ambiente.

Las actividades de protección contra las radiaciones están diseñadas y reguladas para prevenir la irradiación accidental del personal de la planta y la liberación de radiaciones en el medio ambiente. Aunque cada uno de los 64 países que han aprobado la irradiación de alimentos dispone de su propio criterio jurídico para garantizar que esos accidentes no se producen, todos ellos siguen la pauta general que se resume a continuación:

Licencias

Además de disponer de una licencia para procesar alimentos, las plantas de irradiación deben obtener una licencia del organismo oficial que se encargue de regular las aplicaciones y las instalaciones de irradiación. Esa licencia debe concederse sólo después de una investigación completa que haya demostrado, entre muchas otras cosas, que la localización de la planta es segura y apropiada, que el diseño y la construcción cumplen las normas en vigor, que el personal está plenamente capacitado para llevar a cabo sus tareas y que los planes y procedimientos de operación prestan toda la atención necesaria a los requisitos de la seguridad de las radiaciones. Los términos y las condiciones de las licencias cambiarán probablemente a medida que se disponga de más información y experiencia. Las instalaciones que cuentan con licencia deben comprometerse a aceptar esos cambios como condición para seguir teniendo licencia.

Controles de funcionamiento

Las plantas que disponen de licencia para irradiar alimentos deben estar sujetas a procedimientos periódicos de inspección y garantía de la calidad a fin de comprobar que la planta funciona en conformidad con lo estipulado en la licencia. Estas comprobaciones de funcionamiento deben examinar la calidad de los productos que se irradian, garantizar que se utiliza la dosis apropiada de radiación para el efecto que se pretende, y verificar que los procedimientos de irradiación se siguen escrupulosamente. El proceso de irradiación debe incorporar las disposiciones apropiadas en materia de seguridad. La fuente debe situarse dentro de un blindaje

biológico, es decir, un edificio de cemento que rodee por completo el departamento de irradiación y cuyos muros tengan espesor necesario para que no haya posibilidad de exposición a las radiaciones fuera de la cámara. La fuente de radiación por isótopos, cuando está fuera de uso, debe almacenarse en un tanque profundo de agua o en un contenedor de almacenamiento en seco que absorba la radiación. Es preciso contar con una serie de dispositivos de seguridad que garanticen que el isótopo no puede elevarse a la posición de funcionamiento o que el haz de electrones no comienza a funcionar si hay alguna persona situada de modo que pueda quedar expuesta a la radiación.

El personal técnico de una planta que debe entrar en la cámara de irradiación por razones de mantenimiento o reparación, y que en teoría puede verse expuesta a las radiaciones, debe llevar consigo dosímetros.

La evaluación periódica de los registros del dosímetro y la vigilancia médica asegurarán que estos operarios nunca reciben una dosis superior al nivel máximo permisible. La Comisión Internacional de Protección Radiológica ha establecido pautas de protección contra las radiaciones, que están aceptadas en el plano internacional.

Además de la supervisión interna, cada planta de irradiación de alimentos debe estar sujeta a inspecciones tanto periódicas como inopinadas por parte de funcionarios oficiales para asegurarse de que funcionan de acuerdo con lo dispuesto en sus licencias y con los reglamentos oportunos. Los organismos oficiales de reglamentación a menudo pueden prestar ayuda técnica y formación para que estas plantas mantengan un nivel elevado de calidad y apliquen las nuevas informaciones técnicas y científicas.

En conclusión, la irradiación desde el punto de vista medioambiental es inocua en comparación a la reducción de ozono o a la contaminación por fumigantes químicos, no deja residuos en el alimento o en el medio ambiente, y tiene la ventaja añadida de que es efectiva contra una amplia variedad de insectos y microorganismos.



CONCLUSIÓN

Conclusión

Teniendo en cuenta las tendencias que actualmente se posicionan en el mercado en donde los consumidores exigen “alimentos con alta calidad y con inocuidad asegurada” y “alimentos confiables, producidos en forma más limpia y con compromiso ambiental”, como profesionales en el área de alimentación nos vemos en la obligación de encontrar alternativas que permitan cumplir este fin teniendo en cuenta el mayor rédito económico.

En base a lo expuesto anteriormente se planteó como objetivo del proyecto estudiar la factibilidad técnico - económica de instalar una planta de radiación ionizante que, en combinación con la tecnología de refrigeración, permita aumentar la competitividad de cortes cárnicos producidos en Entre Ríos, creando así una alternativa al congelado.

El estudio de mercado indicó que la realización de este proyecto podría llevarse a cabo sobre todo si se tienen en cuenta los beneficios económicos, sociales y ecológicos que pueden conseguirse para la zona. Optando por una modalidad de trabajo de tres turnos de ocho horas todos los días de la semana, con una capacidad de planta de 3 toneladas por hora se logra el máximo aprovechamiento de la fuente de cobalto 60, que por naturaleza tiene un decaimiento del 12% anual.

Conforme con la ingeniería de proyecto, la instalación de la planta es técnicamente factible y demandaría una inversión de 3.771.426 U\$S. Casi el total de los equipos e insumos pueden ser adquiridos en el mercado nacional, incluyendo el Cobalto-60 necesario para el irradiador.

Dada la limitada experiencia industrial que se dispone hasta ahora en materia de irradiación de alimentos fue complejo evaluar el costo de este proceso en comparación con el de otras tecnologías de tratamiento de alimentos. No obstante, fundándose en los conocimientos adquiridos en las actividades de investigación y desarrollo, cabe pensar que las ventajas que ofrece la irradiación hacen que su costo sea realmente competitivo.

El valor del servicio aproximado para un tratamiento cuyo rango de dosis está establecido entre 2 y 4 kGy es de 0,10 U\$S/kg. Si a este valor se le suma el costo de la refrigeración (para un mes de almacenamiento) y el transporte Frigorífico - Planta de Irradiación, el mismo alcanza los 0,14 U\$S/kg frente a los 0,18 US\$/kg que vale el servicio de congelado (para un mes de almacenamiento).

Esto coloca a la irradiación como una muy buena alternativa al congelado, no solo en cuanto a calidad e inocuidad alimentaria sino también en lo económico.

Según la evaluación financiera el proyecto es rentable considerando tres turnos de trabajo.

En definitiva, la instalación de una Planta de Irradiación Industrial en el Parque Industrial de Concepción del Uruguay es un hecho posible en los aspectos técnico, económico, social y ambiental.



ANEXOS

Anexos

Capítulo 3

Áreas Industriales en Entre Ríos

- Área Ind. de Chajarí
- Área Ind. Federación
- Área Ind. Crespo
- Área Ind. Ramírez
- Área Ind. Gualeguay
- Área Ind. Colón
- Área Ind. Santa Elena
- Área Ind. María Grande
- Área Ind. Rosario del Tala
- Área Ind. Urdinarrain
- Área Ind. Macia
- Área Ind. Nogoyá
- Área Ind. Seguí
- Área Ind. Villa Elisa
- Área Ind. Oro Verde
- Área Ind. Gobernador Mansilla
- Área Ind. Basavilbaso
- Área Ind. Larroque
- Área Ind. Viale



Fig. 1 Áreas industriales de Entre Ríos

Capítulo 4

Efectos de la irradiación sobre componentes presentes en Carnes

Las vitaminas solubles en agua reaccionan con los productos radiolíticos del medio, mientras que las vitaminas liposolubles reaccionan con los radicales libres formados por la radiólisis de lípidos.

La *tiamina* es la vitamina que posee la mayor sensibilidad a la radiación pero otras vitaminas del complejo B son resistentes a la misma (Woods and Pikaev, 1994).

La *vitamina C* actúa como un antioxidante contra los cambios inducidos por la irradiación y es convertida a ácido dehidroascórbico por radiación ionizante, pero su reactividad sigue siendo la misma que en su forma nativa.

La *vitamina A* y *E* son las únicas vitaminas liposolubles afectadas por la irradiación (WHO, 1994);] α -Tocoferol es la vitamina con mayor sensibilidad de este grupo (Olson, 1998) pero puede actuar como antioxidante contra los cambios inducidos por la irradiación.

La irradiación acelera la oxidación lipídica, especialmente en carnes envasadas aeróbicamente y se producen malos olores. En presencia del oxígeno, la irradiación de los ácidos grasos insaturados acelera los cambios auto-oxidativos y produce un número de productos oxigenados como hidroperóxidos y compuestos carbonilos (Nawar et al., 1996). Sin embargo, la oxidación lipídica en carnes no es afectada por la irradiación cuando se encuentra envasada al vacío (Ahn et al., 1999). La oxidación lipídica de carne irradiada almacenada congelada es diferente de aquella almacenada en refrigeración, lo cual puede ser explicado por movilidad limitada de los radicales libres en el estado congelado (Nam et al., 2002).

Varios compuestos volátiles son generados o se incrementan luego de irradiar la carne. En general, los compuestos aromáticos y los aminoácidos que contienen grupos sulfuro son los más susceptibles a la irradiación (Patterson and Stevenson 1995; Ahn et al., 2001).

La degradación de los ácidos grasos inducida por la irradiación puede ser similar a la oxidación lipídica, especialmente cuando el oxígeno está disponible.

La radiación gamma convierte el color marrón de la metamioglobina a un pigmento rojo muy similar al que se observa en la oximioglobina (Satterlee, Wilhelm, and Barnhart, 1971). La pechuga de pollo tiene un cambio definido desde el color marrón o púrpura hasta el color rosa vivo o rojo en film permeable al oxígeno (Millar et al., 1995). El músculo del lomo del cerdo irradiado tiene el color rojo y el incremento del color rosa es muy estable durante el almacenamiento refrigerado en condiciones de envasado aeróbicas (Ahn et al., 2000). La irradiación genera el gas monóxido de carbono quién puede formar un sexto ligando sobre el grupo hemo de la mioglobina y disminuir la oxidación (reducción del potencial de la carne).

- Sinterización: la sinterización es un proceso de fabricación de piezas sólidas moldeadas, consistente en compactar a alta presión varios polvos metálicos y / o cerámicas mezcladas homogéneamente y, una vez compactadas, realizar un tratamiento térmico, a una temperatura inferior a la de fusión de la mezcla, obteniéndose una pieza consolidada y compacta.

Este procedimiento de fabricación proporciona una muy gran cohesión de los polvos, creando enlaces fuertes entre las partículas, que acaban uniéndose en un solo bloque con la forma de un molde determinado.

La sinterización se utiliza de forma generalizada para producir formas cerámicas de berilio, alúmina, ferrita, titanato y circonatos. En la sinterización, las partículas, mediante coalescencia por difusión, continúan en estado sólido a pesar de la alta temperatura, siempre que esta temperatura permanezca por debajo del punto de fusión del compuesto al que se quiere dar forma. En el proceso, la difusión atómica tiene lugar entre las superficies de contacto de las partículas para que resulten unidas químicamente, formando un solo bloque.

- Zircaloy: aleación de circonio con trazas de estaño, hierro, cromo y níquel utilizada normalmente en las vainas del combustible de reactores nucleares por sus excelentes propiedades mecánicas, su resistencia a la corrosión y su baja sección eficaz de absorción de neutrones.

Capítulo 5

- Fuente de Co-60 Gammabeam ® X200 (GBX200). Se trata de uno de los irradiadores de investigación más versátiles disponibles hoy en día. El GBX200 tiene una fuente de cobalto-60 (^{60}Co) de 434 TBq (11725 Ci) generando una tasa de dosis de 800 cGy/min a 50 cm de la fuente. La máxima tasa de kerma en aire a 100 cm es de 200 cGy/min (120 Gy/h).
- Coeficiente de atenuación del agua (<https://vdocuments.site/atenuacion-de-la-radiacion-ionizante.html>)

DATOS DE MATERIALES DE INTERÉS EN RADIODIAGNÓSTICO			
Material	Densidad (Kg/m^3)	Z efectivo	electrones/gramo $\times 10^{23}$
Carbón	2250	6	5,97
Oxígeno	1,429	8	3,01
Aluminio	2699	13	2,90
Cobre	8960	29	2,75
Plomo	11360	82	2,38
Aire	1,293	7,78	3,01
Agua	1000	7,51	3,34
Músculo	1040	7,64	3,31
Grasa	916	6,46	3,34
Hueso	1650	12,31	3,19
Iodo	4930	53	2,51
Bario	3510	56	2,45

Tabla 1. Datos de materiales de interés en radiodiagnóstico

Capítulo 6

Tablas utilizadas para el cálculo de cámara de refrigeración

Material	Descripción	Conductancia Térmica (K)	Conductancia térmica (C)	$\frac{Btu}{ft^2 \cdot h \cdot ^\circ F}$
Mampostería	Ladrillo, común	5.2		
	Ladrillo, de fachada	9.0		
	Concreto mortero o mezcla	5.0		
	Concreto, agregado de arena (LOSA)	12.0		
	Bloque de concreto			
	Agregado de arena 4 plg		1.40	
	Agregado de arena 8 plg		0.90	
	Agregado de arena 12 plg		0.78	
	Agregado de escoria 4 plg		0.90	
	Agregado de escoria 8 plg		0.58	
	Agregado de escoria 12 plg		0.53	
	Yeso de estucar 1/2 plg		3.12	
	Barro bloque hueco 4 plg		0.90	
	Barro bloque hueco 6 plg		0.66	
	Barro bloque hueco 8 plg		0.54	
Maderas	Arce, roble, maderas duras similares		1.10	
	Aliso, pino, maderas suaves similares		0.80	
	Madera contrachapada 1/2 plg		1.60	
	Madera contrachapada 3/4 plg		1.07	
Techado	Techado con rollo de asfalto	6.50	0.15	
	Techado armado 3/8 plg	3.00	0.33	
Materiales de aislamiento	Bloque o rollos de fibra, mineral o de vidrio	0.27		
	Tabla o placa			
	Vidrio celular	0.40		
	Placa de corcho	0.30		
	Fibra de vidrio	0.25		
	Poliéstereno expandido	0.20		
	Poliuretano expandido	0.17		
	Refractario			
	Papel prensado o pulpa de madera	0.27		
	Aserrín o virutas	0.45		
Conductancia en la superficie (coeficiente de convección)	Aire tranquilo		1.65	
	Aire en movimiento (7.5 mph)		4.00	
	Aire en movimiento (15 mph)		6.00	
Vidrio	Una hoja			

Tabla 1. Conductividad térmica de materiales usados en paredes de almacenes fríos

208 CALCULO DE LA CARGA DE ENFRIAMIENTO										
TABLA 10-7A Btu por pie cúbico de aire eliminado en enfriamiento para condiciones de almacenaje arriba de 30										
Temp. cuarto almacen °F	Temperatura aire de entrada °F									
	85		90				95		100	
	Humedad relativa %		Humedad relativa %				Humedad relativa %		Humedad relativa %	
	30	60	70	50	60	70	50	60	50	60
65	0.65	0.85	1.12	0.93	1.17	1.44	1.24	1.54	1.58	1.95
60	0.85	1.03	1.26	1.13	1.37	1.64	1.44	1.74	1.78	2.15
55	1.12	1.34	1.57	1.41	1.66	1.93	1.72	2.01	2.06	2.44
50	1.32	1.54	1.78	1.62	1.87	2.15	1.93	2.22	2.28	2.65
45	1.50	1.73	1.97	1.80	2.06	2.34	2.12	2.42	2.47	2.85
40	1.69	1.92	2.16	2.00	2.26	2.54	2.31	2.62	2.67	3.06
35	1.86	2.09	2.34	2.17	2.43	2.72	2.49	2.79	2.85	3.24
30	2.00	2.24	2.49	2.26	2.53	2.82	2.64	2.94	2.95	3.35
Reimpresión de Refrigeration Engineering Data Book por cortesía de American Society of Refrigerating Engineers.										

Tabla 2. Btu/ft³ de aire eliminado en enfriamiento

TABLA 10-8A Cambios de aire promedio por 24 horas para cuartos de almacenaje arriba de 32°F debido a abertura de puertas a infiltración

(No se aplica a cuartos que tienen ductos de ventilación o rejillas)

Volumen pies cúbicos	Cambios de aire por 24 hr	Volumen pies cúbicos	Cambios de aire por 24 hr	Volumen pies cúbicos	Cambios de aire por 24 hr	Volumen pies cúbicos	Cambios de aire por 24 hr
250	38.0	1 000	17.5	6 000	6.5	30 000	2.7
300	34.5	1 500	14.0	8 000	5.5	40 000	2.3
400	29.5	2 000	12.0	10 000	4.9	50 000	2.0
500	26.0	3 000	9.5	15 000	3.9	75 000	1.6
600	23.0	4 000	8.2	20 000	3.5	100 000	1.4
800	20.0	5 000	7.2	25 000	3.0		

Nota: Para cuartos de almacén con antesala, se reducen los cambios de aire a 50% de los valores dados en la tabla.

Para uso de servicio pesado, agregar 50% a los valores dados en la tabla.

De ASRE Data Book, Design Volume, Edición 1949 con permiso de The American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers.

Tabla 3. Cambios de aire promedio

Tabla 14.9 Calor corporal de los ocupantes.

Temperatura del refrigerador en °F	Equivalente térmico por persona en °F, Btu/h
50	720
40	840
30	950
20	1050
10	1200
0	1300
-10	1400

Cortesía de Dunham-Bush

Tabla 4. Calor corporal de ocupantes

Tabla 14.10 Equivalente térmico de los motores eléctricos^a.

Motor del ventilador del evaporador, hp	Carga conectada en el espacio refrigerado, Btu/hp/h	Pérdidas en el motor fuera del espacio refrigerado, Btu/hp/h	Carga conectada fuera del espacio refrigerado, Btu/hp/h
1/30	6400	2545	
1/15	5700	2545	
1/12	5300	2545	
1/10	4950	2545	
1/8	4650	2545	
1/6	4350	2545	
1/4	4000	2545	1455
1/2	3850	2545	1305
3/4	3700	2545	1155
1	3600	2545	1055
2	3500	2545	955
3	3300	2545	755
5	3200	2545	655
7 1/2	3100	2545	555
10 to 20	3050	2545	505
	3000	2545	455

^aPara los motores con capacidad nominal en watts (de entrada), se multiplican watts por 3.41 Btu/W/h.

Cortesía de Dunham-Bush, Inc.

Tabla 5. Equivalente térmico de motores eléctricos

CARNES	TIPO DE ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DISEÑO DE CUARTO					DATOS DE ENFRIAMIENTO				Calor latente estimado del producto en Btu/lb 24 hr (res no °F)	CALOR ESPECÍFICO		Calor latente de fusión Btu/lb	Contenido de agua %	Punto de congelación °F	Movimiento máximo de aire en el cuarto Ft./min	
		Temperatura		Humedad relativa		Granos por libra de aire a la condición recomendada	Período máximo de almacenamiento	Temp. de producto °F		Tiempo en h		Factor de rapidez	Btu/lb, °F					
		°F recomendados	Rango permisible °F	Recomendado %	Rango permisible %			Inicial	Final				Antes de congelar					Después de congelar
Tocino	Corto Endurecim. Cuar. reban.	55 28 50	50-60 28-30 50-55	85 75 40	55-65 70-80 35-40	41.7 16.4 21.3	15 días					2.5 1.2	0.50	0.30	29	20		150 90 40
Res combinación enfriamiento y mantenimiento	Inic. enfr.	38		85b		28.8		100	44	74	0.56	18.0f	0.75	0.40	98	72	31.3	250
	Acab. enfr.	33		85b		23.2						5.0						90d
Res seca	Largo	55	55-60	45	45-70	41.7	6 meses					0.1	22.34	19.26	7-22	5-15		150
Res fresca	Corto	35	35-40	87b	85-90	26.0						5.0	0.75	0.40	98	72	31.3	40
	Largo	30	30-32	87b	85-90	20.8	3 semanas					1.7						40
	Inic. enfr.	45		87		38.3		100	44	18	0.67	22.0f						250
	Acab. enfr.	30		87		20.8						1.7						150d
Carne en salmuera	Corto	40	40-45	85	80-85	31.0						1.0	0.75					150
	Largo	31	31-32	85	80-85	21.3	6 meses					0.8						150
Carne cort.	Corto	34	34-38	87a	85-90	24.8	5 días					5.6	0.72	0.40	95	65	29	40
Pescado congelado helado	Largo	0	(-5)-0	85c	80-85	4.65	6 meses					0.1	0.76	0.41	101	70	28	250
	Corto	34	34-38	85c	80-85	24.3						5.7						10
	Largo	30	30-32	85a	80-85	20.4	15 días					0.4						90
Jamones cortados frescos y ahumados	Corto	34	34-38	85	85-87	24.3						3.4	0.68	0.38	86.5	52	31.3	40
	Largo	28	28-30	85b	85-87	18.5	3 semanas					1.8						50
	Corto	55	50-60	45	55-65	41.7						1.3	0.60	0.32		57		150
	Inic. enfr.	40		70		53.9		105	57	8	1.00	5.0f						150
	Acab. enfr.	55		70		44.8						.3						90d
Cerdo, enfriamiento 18 hr, 14 hr	Inic. enfr.	45		85		37.5		105	35	18	0.67	24.0f	0.68	0.38	86.5	60	27	250
	Acab. enfr.	30		85		20.4						1.9						150d
	Inic. enfr.	38		90		30.1		105	35	14	0.67	23.0f						250
	Acab. enfr.	28		90		19.7						1.9						150d
Carnero	Corto	34	34-38	90	85-90	25.8						3.4	0.67	0.30	83.5	58	29	40
	Largo	28	28-30	90b	85-90	19.7	2 semanas					1.2						40
	Inic. enfr.	45		90		39.6		100	40	5	0.75	19.0f						250
	Acab. enfr.	30		90		21.6						1.3						90d
Visceras	Inic. enfr.	40		85		31.0		90	35	18	0.70	21.0f	0.75	0.42	103	72		150
	Acab. enfr.	32		85		22.3												

Tabla 6. Datos de distintos alimentos

Tabla 10. Entalpía de alimentos, según las tablas de Tressler, Riedel, Short y Kjutov.									
Producto	Contenido de agua, en %	Capacidad calorífica específica media, en kJ/kg/K	Entalpía, en kJ/kg						Temperatura del producto, en °C
			-40	-30	-25	-20	-15	-12	
Carne:									
Carne de ternera	76,5	3,57	0	21,0	30,7	43,7	55,4	66,4	
Carne de vaca	74,5	3,53	0	18,9	30,7	43,7	55,9	64,3	
Caza	73,0	3,53	0	18,9	28,6	41,6	55,9	65,9	
Carne de cerdo, magra	72,0	3,49	0	16,8	26,0	38,6			
Aves pequeñas	60					44,9			
Gallinas	76,0		0	21,8	28,1	41,6	53,8	64,3	
Pescado:									
Pescado magro	80,3	3,70	0	21,8	28,6	42,8	55,9	65,1	
Huevos:									
Huevos íntegros (con cásc.)	66,4	3,32	0	18,9	26,9	36,1	43,3	54,6	
Clara de huevo	80	3,82	0	18,9	28,6	38,2	46,6	60,1	
Clara de huevo	86,5	3,91	0	18,9	28,6	38,2	46,6	60,1	
Yema de huevo	50,0	3,11	0	18,9	28,6	38,2	46,6	60,1	
Fruta:									
Arándanos	85,1	3,78	0	22,3	29,0	41,2	57,5	68,5	
Melocotón, deshuesado	85,1	3,78	0	22,3	30,2	46,2	64,3	79,8	
Guindas tempr. deshuesad.	77,0	4,03	0	26,9	37,0	55,4	81,5	100,0	
Pera	85,8	3,74	0	22,3	33,6	48,3	67,2	80,2	
Manzana (compota)	82,8		0	22,3		50,8	66,8		
Madroño	85,1	3,78	0	22,3	29,0	41,2	57,5	68,5	
Frambuesa	82,7	3,74	0	22,3	30,7	42,8	59,6	70,6	
Naranja	80,7	3,82	0	20,2		44,1	60,5		
Ciruela, deshuesada	80,3	3,65	0	26,9	35,3	54,6	75,6	94,5	
Fresas	89,3	3,95	0	20,6	32,8	42,0	58,0	68,0	
Uvas	79,3	3,57	0	24,8		55,4	75,6		
Verduras:									
Guisantes verdes	75,8	3,57	0	22,3	31,5	46,6	69,7	84,4	
Zanahoria	88,0	3,91	0	19,3		43,3	58,4		
Pepino	95,4	4,12	0	22,3		42,8	55,0		
Tomate, puré	92,9	4,03	0	22,3	28,6	39,9	53,7	63,4	
Espárragos	92,6	3,99	0	17,6	25,6	37,8	51,2	62,2	
Espinaca	90,2	3,91	0	17,6	25,6	38,6	51,2	62,2	
Productos lácteos:									
Leche descremada	—	3,78	0	20,2	—	40,3	—	—	
Mantequilla	—	—	0	18,9	—	37,8	48,7	55,4	
Helados:									
Helados comestibles	—	—	0	18,9	—	37,8	66,8	88,2	

Tabla 7. Entalpías de diferentes alimentos a distintas temperaturas

Capítulo 8

Condiciones generales de las fábricas y comercios de alimentos

Capítulo II - CAA

- La capacidad de dichos locales no será inferior a 15 m³ por persona. La superficie total de las aberturas en los espacios donde se trabaje no será, en general, inferior a la sexta parte de la superficie del suelo en locales de hasta 100 m² y a la décima parte en locales de superficie mayor. Se admitirá menor superficie de aberturas siempre que se aumente proporcionalmente la capacidad por persona que trabaje en el local o el índice de renovación del aire.
- La iluminación se hará por luz solar, siempre que sea posible y cuando se necesite emplear luz artificial, ésta deberá ser lo más semejante a la natural. Las instalaciones eléctricas deberán ser empotradas o exteriores y en este caso estar perfectamente recubiertas por caños aislantes y adosadas a paredes y techos, no permitiéndose cables colgantes sobre las zonas de manipulación de alimentos.
- En los locales donde se manipulen o almacenen productos alimenticios envasados o no y que comuniquen o no con el exterior, las aberturas deberán estar provistas de dispositivos adecuados para evitar la entrada de roedores, insectos, pájaros, etc.
- Los productos elaborados, como las materias primas y los envases, deberán tenerse en soportes o estantes adecuados y en caso de estibas, éstas serán hechas sobre tarimas o encatrados convenientemente separados del piso a una altura no menor de 0,14 metros.
- En los locales de elaboración sólo se deberán tener las materias primas necesarias con exclusión de todo otro producto, artículo, implemento o material.
- Los establecimientos, usinas, fábricas, depósitos, almacenes por mayor y menor y despachos de productos alimenticios no podrán tener comunicación directa con caballerizas, criaderos de animales y otros lugares similares, considerados como inconvenientes.
- Los sótanos tendrán suficiente aireación e iluminación y serán de fácil y seguro acceso. Sus paredes, pisos y techos poseerán aislación hidráulica.

- Las firmas comerciales propietarias de establecimientos, usinas, fábricas, depósitos, almacenes por mayor y menor y despachos de productos alimenticios, están obligados a combatir la presencia de roedores e insectos por procedimientos autorizados, debiendo excluirse de los mismos los perros, gatos u otros animales domésticos. Todos los ratonidas, fumigantes, insecticidas u otras sustancias tóxicas deberán almacenarse en recintos separados cerrados o cámaras y manejarse solamente por personal convenientemente capacitado, con pleno conocimiento de los peligros que implican.
- Los locales ocupados por establecimientos, usinas, fábricas, depósitos, almacenes por mayor y menor y despachos de productos alimenticios, dispondrán de agua potable en cantidad suficiente y las piletas necesarias para el lavado de los recipientes, etc, dotadas de desagües conectados a la red cloacal o pozos sumideros reglamentarios.
- Deben mantenerse en todo momento en buen estado de conservación, presentación y aseo, y poseerán pisos contruidos con materiales impermeables.
- La autoridad sanitaria podrá ordenar el aseo, limpieza, blanqueo y pintura de los mismos, cuando así lo considere conveniente, como también la colocación de friso impermeable de 1,80 m de altura, donde corresponda. Del mismo modo, las máquinas, útiles y demás materiales existentes deberán conservarse en satisfactorias condiciones de higiene.
- Todos los comercios que expendan productos de fácil alteración por el calor, deberán poseer un sistema de refrigeración adecuado para conservarlos.
- Los establecimientos deberán estar situados preferiblemente en zonas exentas de olores objetables, humo, polvo y otros contaminantes y no expuestas a inundaciones.
- Las vías y zonas utilizadas por el establecimiento, que se encuentran dentro de su cerco perimetral, deberán tener una superficie dura y/o pavimentada, apta para el tráfico rodado. Debe disponerse de un desagüe adecuado, así como de medios de limpieza.
- Los edificios e instalaciones deberán ser de construcción sólida y sanitariamente adecuada. Todos los materiales usados en la construcción y el mantenimiento deberán ser de tal naturaleza que no transmitan ninguna sustancia no deseada al alimento.

- Los pisos, deberán ser de materiales resistentes al tránsito, impermeables, lavables y antideslizantes; no tendrán grietas y serán fáciles de limpiar y desinfectar. Los líquidos deberán escurrir hacia las bocas de los sumideros (tipo sifoide ó similar) impidiendo la acumulación en los pisos.
- Los pisos y las paredes serán de cemento y estarán recubiertos con esmalte epoxi, en la zona de elaboración. Este material presenta buena resistencia química, buen brillo, alta adherencia, resistencia a la abrasión y excelente nivelación. En el resto de las áreas se utilizará esmalte para piso de uso peatonal y para las paredes látex para interiores.
- Las paredes, se construirán o revestirán con materiales no absorbentes y lavables, y serán de color claro. Hasta una altura apropiada para las operaciones, deberán ser lisas, sin grietas, fáciles de limpiar y desinfectar. Los ángulos entre las paredes, entre las paredes y los pisos, y entre las paredes y los techos o cielorrasos deberán ser de fácil limpieza. En los planos deberá indicarse la altura del friso que será impermeable.
- Los techos o cielorrasos, deberán estar contruidos y/o acabados de manera que se impida la acumulación de suciedad y se reduzca al mínimo la condensación y la formación de mohos y deberán ser fáciles de limpiar.
- El cielorraso estará construido de cemento y recubierto con pintura epoxi en la zona de elaboración mientras que en el resto de las áreas estará pintado con látex para interiores.
- Las ventanas y otras aberturas, deberán estar contruidas de manera que se evite la acumulación de suciedad y las que se comuniquen al exterior deberán estar provistas de protección antiplagas. Las protecciones deberán ser de fácil limpieza y buena conservación.
- Las puertas, deberán ser de material no absorbente y de fácil limpieza.
- Las escaleras montacargas y estructuras auxiliares, como plataformas, escaleras de mano y rampas, deberán estar situadas y contruidas de manera que no sean causa de contaminación.
- En las zonas de manipulación de los alimentos, todas las estructuras y accesorios elevados deberán estar instalados de manera que se evite la contaminación directa o indirecta de los alimentos, de la materia prima y material

de envase por condensación y goteo y no se entorpezcan las operaciones de limpieza.

- Los alojamientos, lavabos, vestuarios y cuartos de aseo del personal auxiliar del establecimiento deberán estar completamente separados de las zonas de manipulación de alimentos y no tendrán acceso directo a éstas, ni comunicación alguna.
- Deberá evitarse el uso de materiales que no puedan limpiarse y desinfectarse adecuadamente, por ejemplo, la madera, a menos que la tecnología utilizada haga imprescindible su empleo y no constituya una fuente de contaminación.
- Los establecimientos deberán disponer de un sistema eficaz de evacuación de efluentes y aguas residuales, el cual deberá mantenerse, en buen estado de funcionamiento. Todos los conductos de evacuación (incluidos los sistemas de alcantarillado) deberán ser suficientemente grandes para soportar cargas máximas y deberán construirse de manera que se evite la contaminación del abastecimiento de agua potable.
- Todos los establecimientos deberán disponer de vestuarios, sanitarios y cuartos de aseo adecuados, convenientemente situados, garantizando la eliminación higiénica de las aguas residuales. Estos lugares deberán estar bien iluminados y ventilados y no tendrán comunicación directa con la zona donde se manipulen los alimentos. Junto a los retretes, y situados de tal manera que el personal tenga que pasar junto a ellos al volver a la zona de manipulación, deberá haber lavabos con agua fría o fría y caliente, provistos de elementos adecuados para lavarse las manos y medios higiénicos convenientes para secarse las mismas. No se permitirá el uso de toallas de tela. En caso de usar toallas de papel, deberá haber un número suficiente de dispositivos de distribución y receptáculos para dichas toallas.
- Deberán proveerse instalaciones adecuadas y convenientemente situadas para lavarse y secarse las manos siempre que así lo exija la naturaleza de las operaciones. En los casos en que se manipulen sustancias contaminantes o cuando la índole de las tareas requiera una desinfección adicional al lavado, deberán disponerse también de instalaciones para la desinfección de las manos. Se deberá disponer de agua fría o fría y caliente y de elementos adecuados para la limpieza de las mismas. Las instalaciones deberán estar provistas de tuberías debidamente sifonadas que lleven las aguas residuales a los desagües.

- La dirección de la corriente de aire no deberá ir nunca de una zona sucia a una zona limpia. Deberá haber aberturas de ventilación provistas de las protecciones y sistemas que correspondan para evitar el ingreso de agentes contaminantes.
- Deberá disponerse de medios para el almacenamiento de los desechos y materias no comestibles antes de su eliminación del establecimiento.

Por otro lado, dentro del capítulo III del CAA se contemplan las instalaciones destinadas a irradiar alimentos y el control del procedimiento, lo que establece:

- La irradiación de alimentos se llevará a cabo en instalaciones que hayan sido debidamente habilitadas por la autoridad competente con previa intervención de la AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR (ARN). Tales instalaciones deben ser diseñadas de modo que cumplan los requisitos de seguridad, eficacia y buenas prácticas de higiene en la elaboración de los alimentos. Conjuntamente con el REGISTRO NACIONAL DE ELABORADORES DE ALIMENTOS, la autoridad competente deberá llevar un registro particular de las instalaciones industriales de irradiación, asignándoles un número de referencia y efectuando todas las comunicaciones y publicaciones que correspondan. En todos los casos deberá darse intervención a la ARN y a la CNEA para que den cumplimiento a las funciones establecidas en la Ley Nacional de la Actividad Nuclear N° 24.804, Decreto N° 1390/98. Asimismo, para el control del proceso dentro de la instalación se llevarán los registros adecuados, en particular los referentes a la dosimetría cuantitativa.

Instalaciones destinadas a irradiar alimentos y control del procedimiento

Capítulo III del CAA

La irradiación de alimentos se llevará a cabo en instalaciones que hayan sido debidamente habilitadas por la autoridad competente con previa intervención de la AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR (ARN). Tales instalaciones deben ser diseñadas de modo que cumplan los requisitos de seguridad, eficacia y buenas prácticas de higiene en la elaboración de los alimentos. Conjuntamente con el REGISTRO NACIONAL DE ELABORADORES DE ALIMENTOS, la autoridad competente deberá llevar un registro particular de las instalaciones industriales de

irradiación, asignándoles un número de referencia y efectuando todas las comunicaciones y publicaciones que correspondan. En todos los casos deberá darse intervención a la ARN y a la CNEA para que den cumplimiento a las funciones establecidas en la Ley Nacional de la Actividad Nuclear Nº 24.804, Decreto Nº 1390/98. Asimismo, para el control del proceso dentro de la instalación se llevarán los registros adecuados, en particular los referentes a la dosimetría cuantitativa

Capítulo 9

Sociedades comerciales

A continuación, se presenta una tabla donde se observan características de los tipos de los dos tipos sociales más frecuentes para emprendimientos como el que es objeto de este trabajo:

SOCIEDADES COMERCIALES	
SOCIEDAD ANONIMA (SA)	SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA (SRL)
Para emprendimientos cuyo desarrollo implica una mayor estructura, capital y dimensión. Por ejemplo: emprendimientos industriales	Para proyectos con pocos socios de naturaleza simple. Por ejemplo: local de venta directa, negocios artesanales.
Posibilidad de expandirse. Pueden ser dueñas de otras SA	No pueden ser titular de otra sociedad
Distribución clara de tareas entre los directores	No se encuentran obligados a presentar balances y no requiere auditoria interna
En las SA existen, por un lado, los accionistas, luego los directores que responden a estos y, por último, los gerentes. Así, hay distinción de tareas, donde los segundos son quienes piensan las estrategias y los que se encargan de realizar proyecciones a futuro.	Conflicto de denominaciones. No permite la creación de espacios para la reflexión y planificación.
El capital mínimo está estipulado por ley	No existe un mínimo del capital estipulado por la ley

Tabla 1. Diferencia entre S.A y S.R.L

La ley general de Sociedades caracteriza así a las sociedad de responsabilidad limitada (SRL): ARTICULO 146. — El capital se divide en cuotas; los socios limitan su responsabilidad de la integración de las que suscriban, adquieran, sin perjuicio de la garantía a que se refiere el artículo 150. ARTÍCULO 150. — Los socios garantizan solidaria e ilimitadamente a los terceros la integración de los aportes.

Y así a las sociedades anónimas: ARTÍCULO 163. — El capital se representa por acciones y los socios limitan su responsabilidad a la integración de las acciones suscriptas.

Bioseguridad

Conceptos generales

Se entiende por *Bioseguridad* al conjunto de principios, normas, técnicas y prácticas que deben aplicarse para la protección del individuo, la comunidad y el medio ambiente, frente al contacto natural, accidental o deliberado con agentes que son potencialmente nocivos. Es por lo tanto, un concepto amplio, que implica la adopción sistemática de una serie de medidas orientadas a reducir o eliminar los riesgos que puedan producir las actividades que se desarrollan en la institución.

Toda persona o entidad que se proponga construir u operar una instalación de irradiación debe notificarlo al órgano regulador nacional en materia de seguridad radiológica y control de las fuentes de radiación, y presentar una solicitud de autorización del órgano regulador para el emplazamiento, el diseño, la construcción, la adquisición, el almacenamiento y la operación de la instalación de irradiación. Cualquier modificación posterior que pueda tener consecuencias en la seguridad radiológica también debe hacerse solamente después de recibir la aprobación del órgano regulador.

La entidad explotadora es responsable de la **seguridad de la instalación y de su funcionamiento** según lo dispuesto en los requisitos reglamentarios y las normas de seguridad radiológica nacionales. La instalación debe, entre otras cosas:

- a) contar con personal calificado en materia de protección radiológica, incluido un oficial de protección radiológica;
- b) llevar a cabo evaluaciones de seguridad;
- c) realizar verificaciones periódicas de la seguridad;
- d) aplicar un programa de protección radiológica.

Efectos de la radiación sobre la salud

La filosofía de la Protección Radiológica está determinada principalmente por el conocimiento de los efectos biológicos de las radiaciones en los seres humanos. No puede interpretarse adecuadamente esa filosofía sin tener conocimiento de algunos aspectos básicos sobre los *efectos radiobiológicos*.

La mayor dosis accidental de radiación recibida por seres humanos (hasta la fecha) fue entre 39 y 49 Gy, por radiación aguda resultante de una emisión accidental nuclear crítica.

Efectos a nivel celular

Los procesos de ionización, y en menor medida los de excitación, generados por las radiaciones ionizantes en el medio celular, alteran el comportamiento químico de sus moléculas lo que puede dar lugar a modificaciones anatómicas y funcionales en la célula. Las estructuras celulares en las que esta acción es más significativa son las moléculas de Ácido Desoxirribonucleico (ADN). Los daños que pueden producirse en una molécula de ADN incluyen la posibilidad de modificaciones de la información genética, no siempre corregibles por los *mecanismos celulares de reparación*.

Efectos sobre el organismo

El comportamiento armónico del organismo depende del normal funcionamiento de cada uno de sus órganos y tejidos. La estructura de la mayor parte de ellos se sostiene mediante la periódica reposición de sus células, que está condicionada por el correcto funcionamiento de los mecanismos de reproducción celular. A su vez el comportamiento de las células es función de la integridad con que logren preservar su información genética. Los efectos biológicos de las radiaciones en un organismo se clasifican en dos grandes categorías:

Efectos Determinísticos

Esta expresión significa que, en base al conocimiento disponible, es posible predecir el efecto que habrá de provocar en una persona determinada la absorción de una dosis dada por parte de sus órganos o tejidos. Se caracterizan por: la muerte o imposibilidad de reproducción de las células irradiadas. Si la cantidad de células involucradas es suficientemente grande, los tejidos u órganos expuestos pueden resultar dañados. La intensidad de este tipo de efecto presenta una correlación con la dosis de tipo sigmoideo y se manifiesta sólo si la dosis supera ciertos umbrales.

Los valores umbrales de dosis difieren según los tejidos u órganos irradiados. Para exposición única y aguda los valores de dosis umbral son superiores a 0,5 Gy, en tanto que para exposición crónica son superiores a 0,1 Gy por año.

La irradiación de todo el cuerpo puede provocar daños de diversa severidad y hasta la muerte del individuo irradiado. La causa determinante de la muerte difiere según el orden de magnitud de las dosis recibidas. La dosis letal media (dosis aguda en todo el cuerpo que puede provocar la muerte de la mitad de las personas irradiadas en un lapso de 60 días) es del orden de 3 a 5 Gy. Dosis superiores a 8 Gy en todo el cuerpo provocan la muerte de la totalidad de los individuos irradiados.

Efectos estocásticos

Se denominan así porque no pueden predecirse a nivel individual sino tan sólo de manera estadística en grupos numerosos de personas que han recibido dosis de radiación. Se caracterizan por la modificación de la información genética de células sin pérdida de su capacidad reproductiva. Esas modificaciones pueden propagarse a través de sucesivas reproducciones celulares, dando lugar a colonias de células modificadas. Este proceso puede derivar en fenómenos que se manifiestan como efectos cancerígenos tras un período de latencia. Si las modificaciones se producen en células germinales pueden transmitirse a la descendencia de las personas irradiadas, dando lugar a efectos hereditarios. Estos efectos tienen características probabilísticas y se considera que carecen de umbral de dosis.

Efectos Cancerígenos

La correlación entre probabilidad de muerte por cáncer y dosis se ha modelizado con las siguientes características:

- a) Una región de bajas dosis donde la relación es lineal y sin umbral (0-100 mSv).
- b) Una región de dosis mayores en la que esa relación es aproximadamente cuadrática (100 mSv – 3 Sv)
- c) Una región de dosis aún mayores donde la curva decrece debido a que a esos niveles prevalece la muerte. *Conversión de 1 gray [Gy] = 1000 millisievert [mSv].*

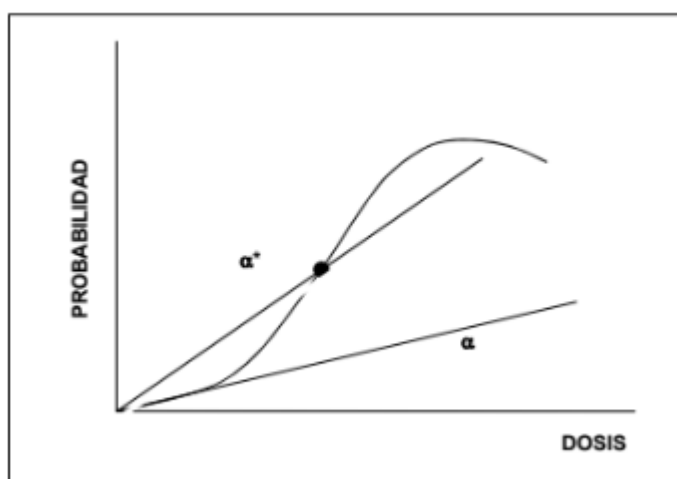


Fig. 1. Probabilidad vs dosis

Desde el punto de vista de la Protección Radiológica aplicable a situaciones de operación normal de una fuente la región de mayor interés es la de bajas dosis y bajas tasas de dosis, donde la relación probabilidad-dosis se supone lineal. La pendiente de esta relación es α y constituye el factor de riesgo en tales condiciones. La pendiente de la relación entre probabilidad de muerte por cáncer radioinducido y Dosis Efectiva constituye el factor de riesgo de muerte por cáncer y según las estimaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica su valor es 5 % por Sv para miembros de la población en general y 4 % por Sv para trabajadores (la diferencia se debe a que en los niños y jóvenes la incidencia de cáncer es mayor que en los adultos y por lo tanto en la epidemiología del grupo trabajadores, que excluye a los menores de 18 años, el resultado es menor).

Efectos Hereditarios

No se han podido comprobar efectos hereditarios en seres humanos. Sin embargo, a partir de estudios en especies animales se estima que la relación entre efectos en la primer generación y dosis es mucho menor que la del efecto cancerígeno (10 veces menor aproximadamente).

Efectos de la irradiación durante los períodos embrionario y fetal

La irradiación durante el período embrionario o fetal puede provocar la muerte del feto, malformaciones, retardo mental e inducción de afecciones malignas.

En experimentos con animales se ha visto que es posible provocar la muerte con dosis del orden de 0,1 Gy antes o inmediatamente después del implante del embrión en el útero y, posteriormente, con dosis mayores.

La irradiación durante las semanas 8 a 25 puede provocar retardo mental. El período más sensible es el que transcurre entre la *semana 8 y la 15*. En este intervalo la fracción de personas irradiadas en el período fetal que manifiestan retardo mental severo aumenta a razón de 40 % Sv. El coeficiente intelectual se modifica en 30 unidades por Sv.

SEGURIDAD RADIOLÓGICA

El objetivo de la seguridad radiológica es *eliminar o limitar al mínimo los efectos nocivos* de la radiación ionizante y del material radiactivo en los trabajadores, el público y el medio ambiente sin obstaculizar su empleo en actividades beneficiosas. El diseño de un programa de seguridad radiológica depende de los tipos de fuentes de radiación ionizante que intervengan y de la forma en que se utilicen.

Normas básicas de seguridad radiológica argentina

El *objetivo* de estas normas es lograr un nivel apropiado de protección de las personas contra los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes y de seguridad de las fuentes de radiación.

En cuanto al *alcance* de la norma, se aplica a todas las instalaciones, prácticas e intervenciones que regula y fiscaliza la Autoridad Regulatoria, de acuerdo a las atribuciones que le ha conferido la legislación vigente. No abarca los equipos destinados específicamente a generar rayos x, en los términos de la Ley N° 17.557, y sí comprende los aceleradores lineales de uso médico que, como consecuencia de su operación, den lugar o produzcan radiación ionizante adicional a la radiación x. El cumplimiento de las normas y requerimientos establecidos por la Autoridad Regulatoria, no exime del cumplimiento de otras normas y requerimientos no relacionados con la seguridad radiológica, establecidos por otras autoridades competentes.

Consideraciones generales

Sólo se podrá operar una Instalación o llevar a cabo una práctica cuando esté licenciada o registrada por la Autoridad Regulatoria.

El solicitante de una Licencia, Registro o Autorización de Práctica no rutinaria, deberá presentar a la Autoridad Regulatoria, la documentación técnica necesaria para evaluar la seguridad radiológica de la Instalación o de la práctica no rutinaria, con el alcance y la antelación que ésta determine.

Los trabajadores son responsables del cumplimiento de los procedimientos establecidos para asegurar su propia protección, la de los demás trabajadores, la del público y en el caso de las exposiciones médicas, la de los pacientes y acompañantes voluntarios.

En nuestro caso particular, la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) define una planta de irradiación fija o móvil como una INSTALACIÓN CLASE I, llamadas también Instalaciones Relevantes.

Instalación clase I

- Sólo podrán iniciarse las actividades correspondientes a una etapa de una Instalación Clase I cuando la Instalación cuente con la licencia correspondiente a dicha etapa.

- La Entidad Responsable debe hacer todo lo razonable y compatible con sus posibilidades en favor de la seguridad de la Instalación Clase I cumpliendo, como mínimo, con las normas y requerimientos de la Autoridad Regulatoria.
- La Entidad Responsable puede delegar, total o parcialmente, la ejecución de las tareas inherentes a la seguridad radiológica de una Instalación Clase I, pero mantiene en su totalidad la responsabilidad correspondiente.
- La Entidad Responsable debe designar a un Responsable Primario a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.
- La Entidad Responsable debe prestarle al Responsable Primario todo el apoyo que necesite y debe realizar una supervisión adecuada, para garantizar que todas las etapas de una Instalación Clase I se lleven a cabo en correctas condiciones de seguridad radiológica aplicando, al respecto, sistemas de calidad apropiados.
- La Entidad Responsable y el Responsable Primario deben facilitar, en todo momento, la realización de inspecciones y auditorías regulatorias.
- La Entidad Responsable deberá asegurar que el organigrama de operación esté cubierto por personal debidamente capacitado y, en los casos que se determine, tal personal cuente con la licencia individual y la autorización específica correspondientes.
- Todo cambio en la organización de la Entidad Responsable que pueda afectar su capacidad para afrontar las responsabilidades que se han definido anteriormente requiere, para que las licencias de las Instalaciones Clase I afectadas mantengan su vigencia, una aceptación formal previa de tales cambios por parte de la Autoridad Regulatoria.

Seguridad radiológica

- Se deben justificar las prácticas, efectuar la optimización de la protección radiológica, respetar los límites de dosis y las restricciones de dosis establecidos, y prevenir adecuadamente la posibilidad de accidentes.
- En la evaluación de seguridad de una práctica deben considerarse la exposición de los trabajadores, la del público y, en el caso de exposiciones médicas, adicionalmente, la de los pacientes y acompañantes voluntarios.

Optimización de la protección radiológica

- Los sistemas de protección radiológica deben estar optimizados, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, de manera que las dosis resulten tan bajas como sea razonablemente alcanzable, teniendo en cuenta factores sociales y económicos.
- Cuando los estudios de optimización se realicen mediante un análisis diferencial costo-beneficio se utilizará un valor del coeficiente de proporcionalidad entre el costo social y la dosis colectiva, de 10.000 dólares estadounidenses por Sievert hombre.
- Cuando el diseño de los sistemas de protección radiológica asegure que, en condiciones normales de operación, ningún trabajador puede recibir una dosis efectiva superior a 5 milisievert en un año, que ningún miembro del público puede recibir una dosis efectiva superior a 100 microSievert en un año, y que la dosis efectiva colectiva debida a un año de operación es inferior a 10 Sievert hombre, no es necesario demostrar que los sistemas están optimizados, salvo que la Autoridad Regulatoria lo solicite expresamente.

Límites y restricciones de dosis

- Durante la operación normal de una Instalación o la realización de una práctica, ningún individuo debe ser expuesto a dosis de radiación superiores a los límites establecidos. Estos límites de dosis se aplican a cada trabajador y a miembros del público. En el caso de exposición del público, los límites se aplican a la dosis promedio en el grupo crítico.
- Para computar la dosis efectiva total a comparar con los límites correspondientes, se deben sumar la dosis efectiva en un año debida a exposición externa y la dosis efectiva comprometida debida a incorporaciones en ese mismo año.
- Para el caso de límites adicionales para el cristalino o la piel, expresados en dosis equivalente, se computa la dosis equivalente en esos tejidos debida a la exposición externa y, cuando corresponda, se le debe sumar a

esta dosis equivalente, la dosis equivalente comprometida debida a las incorporaciones, en un año, en el tejido u órgano correspondiente.

- La dosis efectiva comprometida, en los casos de los trabajadores y del público, se debe calcular integrando las tasas de dosis debidas a una incorporación sobre 50 años y 70 años, respectivamente, siguientes a la incorporación.
- En el cómputo de las dosis recibidas por los trabajadores y miembros del público, no deben incluirse las dosis originadas en la exposición médica ni las provenientes del fondo natural de radiación.
- Los límites de dosis no se aplican a las dosis debidas a exámenes o tratamientos médicos.

Límites y restricciones de dosis para la exposición ocupacional.

Para los trabajadores los límites de dosis son los siguientes:

- El límite de dosis efectiva es 20 milisievert en un año. Este valor debe ser considerado como el promedio en 5 años consecutivos (100 milisievert en 5 años), no pudiendo excederse 50 milisievert en un único año. El límite de dosis equivalente en cristalino es 20 milisievert en un año para la exposición ocupacional de trabajadores durante la operación normal de una instalación o la realización de una práctica. Este valor debe ser considerado como el promedio en 5 años consecutivos (100 milisievert en 5 años), no pudiendo excederse 50 milisievert en un único año. El límite de dosis equivalente es 500 milisievert en un año para la piel.
- Los límites de dosis para trabajadores se aplican a la dosis que ha sido comprometida durante un año de trabajo, y la manera de verificar el cumplimiento es a través de una ecuación determinada.

Para las mujeres embarazadas se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Toda trabajadora tan pronto conozca o presuponga su estado de gravidez debe notificarlo inmediatamente al responsable de la instalación o de la práctica.
- Con el objetivo de que la dosis en el feto no exceda el límite correspondiente para miembros del público, desde el momento en que es declarada la gravidez, las condiciones de trabajo deben ser tales que resulte

altamente improbable que la dosis equivalente personal en la superficie del abdomen exceda 2 milisievert, y que la incorporación de cada radionucleido involucrado exceda 1/20 del límite anual de incorporación respectivo, durante todo el período que resta de embarazo.

- No se admite la exposición ocupacional de menores de 18 años.

Límites y restricciones de dosis para la exposición de miembros del público

- Los límites de dosis para miembros del público se aplican a la dosis promedio en el grupo crítico.
- El límite de dosis efectiva es 1 milisievert en un año y los límites anuales de dosis equivalente son 15 milisievert para el cristalino y 50 milisievert para la piel.

Clasificación de las áreas de trabajo

- Se deben delimitar y clasificar las áreas de trabajo según la experiencia operativa y las características de la Instalación.
- En las áreas controladas debe implementarse la delimitación mediante barreras físicas apropiadas, la señalización, el control de accesos y el monitoreo individual del personal.
- Las áreas supervisadas deben estar individualizadas con señalización adecuada y las condiciones de trabajo deben revisarse periódicamente, y normalmente es suficiente con tener una evaluación dosimétrica de su personal en base a mediciones del área involucrada.

Vigilancia médica

La vigilancia médica de trabajadores expuestos a fuentes de radiación debe basarse en los principios generales de la medicina ocupacional y debe cumplir los siguientes propósitos, según corresponda:

- Evaluar la salud de los trabajadores.
- Evaluar la compatibilidad de la salud y aptitud psicofísica de los trabajadores con las condiciones de su trabajo.
- Mantener actualizados los registros apropiados.

- Recopilar información de base necesaria en caso de enfermedad ocupacional o exposición accidental.

Los exámenes de aptitud psicofísica deben ser realizados por médicos especialmente designados por el Titular de Licencia a satisfacción de la Autoridad Regulatoria. Previo a la evaluación se deben establecer los profesiogramas psicofísicos de las funciones, tomando como base la descripción de las tareas y el ambiente de trabajo, incluyendo las tareas previstas en situaciones accidentales.

Registros personales

- En estos registros se debe consignar la siguiente información:
 - .La índole de las tareas que realiza el trabajador.
 - .El tipo de radiación y contaminación a la que se halla expuesto.
 - .El resultado de la evaluación de las dosis ocupacionales debidas a la exposición externa y a la incorporación de material radiactivo.
 - .Los resultados de los reconocimientos médicos.
- Los registros mencionados se deben conservar durante 30 años posteriores al momento en que el trabajador haya cesado en las tareas que provocaron exposición a radiaciones.
- Todas las dosis recibidas en situaciones accidentales se deben registrar distinguiéndolas claramente de las dosis recibidas en operación normal.

Planes y procedimientos de emergencia

Toda Instalación *Clase I* debe poseer un Plan de Emergencia Interno que deberán contar con la aprobación de la Autoridad Regulatoria Nuclear.

El Responsable Primario debe mantener actualizado y operativo el plan de emergencia y se deben realizar simulacros de aplicación del plan de emergencia cuya periodicidad será establecida por la Autoridad Regulatoria.

DISEÑO DE PLANTAS DE IRRADIACIÓN ARGENTINA

En Argentina, la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) está facultada para "dictar las normas regulatorias referidas a seguridad radiológica y nuclear, protección física y fiscalización del uso de materiales nucleares, licenciamiento y fiscalización de instalaciones nucleares, salvaguardias internacionales y transporte de materiales nucleares en su aspecto de seguridad radiológica y nuclear y protección física" conforme lo dispone el inciso a) del artículo 16 de la Ley N° 24.804.

Las normas regulatorias argentinas tienen un carácter de "desempeño": no son prescriptivas sino de *cumplimiento de objetivos de seguridad*. La manera en que se alcanzan esos objetivos se basa en la apropiada toma de decisiones por parte de la organización responsable del diseño, construcción, puesta en marcha, operación y desmantelamiento de la instalación en cuestión; dicha organización debe demostrar a la Autoridad Regulatoria que los medios técnicos que propone cumplen los objetivos que establecen las normas.

Protocolo de diseño de plantas de irradiación fijas con fuentes de irradiación móviles depositadas bajo agua

El objetivo es establecer criterios de seguridad radiológica para el diseño de plantas de irradiación fijas que posean fuentes de irradiación móviles, como es el caso de la fuente de cobalto 60, y que se encuentren sumergidas en agua durante su posición de depósito.

A continuación, se verán los puntos de diseño de una planta de irradiación de este tipo solicitadas por la ARN.

1. El diseño debe garantizar que durante la operación normal de la planta de irradiación los límites de dosis anuales establecidos por la Autoridad Regulatoria no sean superados y las dosis que reciban los trabajadores y los miembros del público resulten tan bajas como sea razonablemente obtenible. Además, el diseño debe prevenir adecuadamente la posibilidad de accidentes.

2. Se debe demostrar que la protección radiológica de las personas y la seguridad de las fuentes de radiación se basa en el adecuado diseño de estructuras, componentes, equipos y sistemas, y no en procedimientos operativos.
3. Los niveles de seguridad de las variables de proceso deben contemplar un margen de seguridad adecuado respecto de los límites de seguridad asociados.
4. El diseño debe tener en cuenta las características del emplazamiento que pudieran afectar la integridad de los blindajes y demás estructuras, sistemas, equipos y componentes de importancia para la seguridad.
5. Se deben identificar el recinto de irradiación y las áreas controladas, supervisadas y no reglamentadas.
6. La sala de control debe ubicarse en un área de acceso no reglamentado pero restringido, por medios físicos, a personal no autorizado.
7. Se debe prever que en ningún momento el personal de la instalación se vea expuesto a una concentración de gases tóxicos superior a los límites establecidos en la normativa correspondiente.
8. Se debe prever, en la selección de los materiales, la degradación que los campos intensos de radiación pueden producir en las estructuras, sistemas, equipos y componentes de importancia para la seguridad.
9. Se debe prever que las tareas de mantenimiento en la instalación se puedan desarrollar dentro de las condiciones de seguridad radiológica requeridas.
10. Se debe concebir y ejecutar un sistema de calidad efectivo a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, particularmente en relación con las estructuras, sistemas, equipos y componentes de importancia para la seguridad.

11. Los blindajes - de hormigón u otros materiales - deben ser monolíticos*.
12. La tasa de falla de los componentes de la instrumentación, alarmas y enclavamientos en ningún caso debe ser superior a 10^{-2} por demanda.
13. La barrera de acceso de personas al recinto de irradiación debe permanecer enclavada siempre que ocurra una de las siguientes situaciones:
 - a. La tasa de dosis equivalente ambiental en el recinto de irradiación supera el nivel de seguridad.
 - b. El nivel del agua de la pileta está por debajo del nivel de seguridad.
 - c. Los detectores de radiación no emiten señal.
 - d. La fuente de irradiación no se encuentra en la posición de depósito.
 - e. Se interrumpe la alimentación eléctrica a la instalación. Estas condiciones deben anunciarse mediante alarmas de señal acústica y luminosa. Cada uno de los canales correspondientes debe actuar al menos con lógica 1 de 2.
14. El sistema que lleva la fuente de irradiación a su posición de depósito se accionará automáticamente toda vez que se viole el enclavamiento de la barrera de acceso de personas al recinto de irradiación. Dicho accionamiento incluirá una alarma por señal acústica y luminosa ubicada en la consola.
15. Se debe disponer de un sistema que detecte mediante sistemas adecuados (v.g. rayos infrarrojos) el ingreso de personas al recinto de irradiación cuando la fuente de irradiación se aparte de su posición de depósito. Dicho sistema debe accionar automáticamente el retorno de la fuente a su posición de depósito.
16. Debe existir un dispositivo de accionamiento manual ubicado perimetralmente en el recinto de irradiación que lleve la fuente de irradiación a su posición de depósito en el caso de ocupación indebida de este recinto.
17. El recinto de irradiación debe permanecer a oscuras cuando la fuente de irradiación se encuentre en su posición de irradiación; no obstante, se deben disponer

los medios que permitan la inmediata salida de personas en el caso de ocupación indebida del recinto.

18. El diseño debe prever barreras físicas que impidan el ingreso de personas al recinto de irradiación por la *zona de carga-descarga de material*; también debe prever para el caso que se intente violar estas barreras, el retorno automático de la fuente de irradiación a su posición de depósito y la existencia de una alarma por señal acústica y luminosa.

19. En los casos en que el recinto de irradiación no posea un laberinto de acceso a la sala de irradiación debe preverse la visión directa o indirecta de la fuente de irradiación.

20. El eventual arrastre de material radiactivo por el sistema de transporte del producto a ser irradiado debe poder detectarse mediante un monitor fijo con alarma por señal acústica y luminosa ubicada en la consola. El accionamiento de esta alarma debe causar la detención inmediata del sistema de transporte.

21. El diseño debe asegurar que la secuencia de izado de la fuente de irradiación esté temporizada y se inicie en la sala de irradiación con el accionamiento obligatorio de un dispositivo adecuado. Dicho accionamiento debe disparar una alarma por señal acústica y luminosa detectable en el recinto de irradiación, barrera de acceso de personas y sala de comando, la cual debe permanecer en funcionamiento durante toda la secuencia de izado de la fuente de irradiación.

22. El dispositivo que acciona el sistema temporizado debe ser el mismo que habilita, en la consola, el izado de la fuente de irradiación.

23. El correcto cierre de la barrera de acceso de personas al recinto de irradiación debe ser una de las condiciones a cumplir para la secuencia de izado de la fuente de irradiación. Al respecto:

f. Debe estar claramente identificada la posición "cerrada" de la barrera.

g. Debe existir un mecanismo que asegure que la barrera no se puede abrir con la fuente de irradiación fuera de su posición de depósito.

24. El diseño debe ser tal que cualquier modificación de la secuencia de izado de la fuente de irradiación obligue a reiniciar dicha operación.

25. El recinto de irradiación y el área controlada deben disponer de señalización luminosa de advertencia durante la irradiación.

26. En caso de resultar bloqueado el movimiento de la fuente de irradiación en alguna posición de su recorrido, el diseño debe prever las acciones correctivas, de modo tal que las dosis que reciba el personal interviniente resulten tan bajas como sea razonablemente posible.

27. El diseño debe prever, entre otras señalizaciones, la de las posiciones de irradiación y de depósito de la fuente de irradiación, en la sala de comando.

28. Deben preverse medios adecuados en lugares apropiados para llevar manualmente y de manera segura a la fuente de irradiación a su posición de depósito.

29. El diseño debe prever que la instalación disponga de un sistema eléctrico de emergencia adecuado que alimente los sistemas, equipos y componentes de importancia para la seguridad.

30. El diseño debe prever los medios adecuados de detección y extinción de incendios en la instalación para proteger la integridad de la fuente de irradiación y los sistemas de seguridad.

31. El diseño debe prever la existencia de detectores de humo adecuados ubicados en la entrada de los conductos de extracción de aire conectados a una alarma por señal acústica y luminosa ubicada en la consola.

32. En caso de utilizarse sistemas de extinción de incendios por inundación total de gas en el recinto de irradiación, el diseño debe prever que el funcionamiento del sistema de ventilación se interrumpa automáticamente.
33. El material radiactivo contenido en la fuente de irradiación debe estar bajo forma sólida no dispersable.
34. La fuente de irradiación debe contener fuentes selladas que respondan a estándares aceptables para la Autoridad Regulatoria en base a modelos que contemplen los posibles efectos del fuego, las explosiones, la corrosión y el uso continuo de tales fuentes.
35. Se debe prever una adecuada protección mecánica de la fuente de irradiación con el fin de evitar su interacción con los productos tratados y con los sistemas mecánicos en movimiento.
36. El diseño debe prever, dentro de la instalación, el traslado, el almacenamiento, la carga y descarga, y el retiro de las fuentes selladas en condiciones seguras. Asimismo, debe contemplar el retiro de dichas fuentes.
37. La pileta debe ser estanca y estar diseñada para soportar los contenedores de transporte de las fuentes selladas de forma tal que éstos no comprometan su integridad.
38. Se debe prevenir un vaciamiento accidental de la pileta por fallas o incidentes operacionales.
39. Se debe prever el mantenimiento del nivel de seguridad del agua de la pileta en forma automática.
40. Los componentes que estén en contacto con el agua de la pileta deben fabricarse con materiales que minimicen los efectos físico-químicos que puedan deteriorar las estructuras, sistemas, equipos y componentes de importancia para la seguridad.

41. La pileta debe estar equipada con un sistema de purificación del agua tal que la conductividad del agua no exceda los **10 $\mu\text{S/cm}$** .

42. Se debe prever una barrera física en la pileta para evitar la caída accidental de personas u objetos.

DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO PARA SEGURIDAD RADIOLÓGICA

Los peligros que implica la manipulación y el uso de fuentes de radiación exigen características especiales de diseño y construcción de estas instalaciones que no se requieren en áreas de trabajo normales. El acceso a todas las zonas en las que pueda producirse exposición a fuentes de radiación o a materiales radiactivos deberá estar *controlado*, y no sólo en relación con los trabajadores de la instalación a quienes se puede permitir la entrada en dichas áreas de trabajo, sino también con respecto al tipo de ropa o equipo protector que deben llevar y a las precauciones que deben adoptar en las zonas controladas.

Para poder administrar y organizar las medidas de control es eficiente clasificar las zonas de trabajo en función de que exista o no radiación ionizante, contaminación radiactiva o ambas.

La base de la clasificación de la zona de trabajo es la *agrupación de los radionucleidos* según sus radiotoxicidades relativas por unidad de actividad. En el **grupo I** deben entrar los radionucleidos de toxicidad muy alta, en el **grupo II** los de toxicidad moderada a alta, **en el grupo III** los radionucleidos de toxicidad moderada y en el **grupo IV** los de toxicidad baja. En el cuadro 2, se muestra la clasificación de numerosos radionucleidos por grupos de toxicidad y, para nuestro caso en particular, puede observarse que el Co 60 pertenece al grupo II de toxicidad alta.

Grupo I: Toxicidad muy alta									
²¹⁰ Pb	²¹⁰ Po	²²³ Ra	²²⁴ Ra	²²⁸ Ra	²²⁷ Ac	²²⁷ Th	²²⁸ Th	²³⁰ Th	²³¹ Pa
²³⁰ U	²³² U	²³³ U	²³⁴ U	²³⁷ Np	²³⁸ Pu	²³⁹ Pu	²⁴⁰ Pu	²⁴¹ Pu	²⁴² Pu
²⁴¹ Am	²⁴³ Am	²⁴² Cm	²⁴³ Cm	²⁴⁴ Cm	²⁴⁵ Cm	²⁴⁶ Cm	²⁴⁹ Cm	²⁵⁰ Cf	²⁵² Cf
Grupo II: Toxicidad alta									
²⁷ Na	³⁶ Cl	⁴⁵ Ca	⁴⁵ Sc	⁵⁴ Mn	⁵⁶ Co	⁶⁰ Co	⁸⁹ Sr	⁹⁰ Sr	⁹¹ Y
⁹⁵ Zr	¹⁰⁶ Ru	¹¹⁰ Ag ^m	¹¹⁵ Cd ^m	¹¹⁴ In ^m	¹²⁴ Sb	¹²⁵ Sb	¹²⁷ Te ^m	¹²⁹ Te ^m	¹²⁴ I
¹²⁶ I	¹³¹ I	¹³³ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹⁴⁰ Ba	¹⁴⁴ Ce	¹⁵² Eu (13 a)	¹⁵⁴ Eu	¹⁶⁰ Tb
¹⁷⁰ Tm	¹⁸¹ Hf	²¹⁰ Bi	¹⁸² Ta	¹⁸² Ir	²⁰⁴ Tl	²⁰⁷ Bi	²³⁰ Pa	²¹¹ At	²¹² Pb
²²⁴ Ra	²²⁸ Ac	²³⁴ Th	²³⁵ U	²⁴⁸ Bk					
Grupo III: Toxicidad moderada									
⁷ Be	¹⁴ C	¹⁸ F	²⁴ Na	³⁶ Cl	³¹ Si	³² P	³⁵ S	⁴¹ A	⁴² K
⁴³ K	⁴⁷ Sc	⁴⁸ Sc	⁴⁸ V	⁵¹ Cr	⁵² Mn	⁵⁴ Mn	⁵² Fe	⁵⁵ Fe	⁵⁸ Fe

Cuadro 2. Clasificación de los radionucleidos por la radiotoxicidad relativa de una unidad de actividad.

Los laboratorios pueden dividirse en tres tipos amplios basándose en consideraciones relativas a la radiotoxicidad, en las cantidades de materiales radiactivos que se manipularán en la zona de trabajo y en el tipo de operaciones que se realizan.

El cuadro 3 describe los laboratorios por su tipo y pone ejemplos de cada uno de ellos. En el cuadro 4 se muestran los tipos de laboratorios junto con la clasificación de las zonas de trabajo y del control del acceso (OIEA 1973).

Los peligros que se derivan del trabajo con material radiactivo no sólo dependen del nivel de radiotoxicidad o de toxicidad química y de la actividad de los radionucleidos, sino también de la forma física y química del material radiactivo y de la naturaleza y complejidad de la operación o de los procedimientos que se realizan.

Tipo	Definición	Control de acceso	Operaciones típicas
1	Zonas en las que los niveles de dosis absorbida de radiación externa o los de contaminación radiactiva pueden ser altos	Acceso controlado sólo para trabajadores expuestos, en condiciones de trabajo con controles estrictos y equipo protector adecuado	Laboratorios de fuentes radiactivas, zonas muy contaminadas
2	Zonas en las que pueden existir niveles de radiación externa y la posibilidad de contaminación exige instrucciones de operación	Acceso limitado a trabajadores expuestos con ropa y calzado protectores adecuados	Fabricas de luminización y otras instalaciones equivalentes
3	Zonas en las que el nivel medio de radiación externa es inferior a 1 mGy×sem ⁻¹ y la posibilidad de contaminación radiactiva exige instrucciones de operación especiales	Acceso limitado a trabajadores expuestos, no es precisa ropa protectora	Zonas de trabajo en la vecindad inmediata de operación radiológica; por ejemplo, salas de control
4	Zonas dentro de los confines de una instalación de irradiación donde los niveles de radiación externos son inferiores a 0,1 mGy×sem ⁻¹ y no existe contaminación radiactiva	Acceso no controlado	Zonas de administración y de espera de los pacientes

(ICRP 1977, IAEA 1973)

Cuadro 3. Clasificación de zonas de trabajo.

Según lo detallado anteriormente, la planta de irradiación de alimentos contaría con una zona de tipo 1 la cual involucraría a la sala de irradiación, mientras que el resto de la planta sería de tipo 4, ya que no existiría contaminación radiactiva alguna.

Diseño de blindajes contra la radiación

El blindaje es importante para disminuir la exposición radiológica de los trabajadores de la instalación y del público en general. Los requisitos del blindaje dependen de varios factores, incluidos *el tiempo que los trabajadores de la instalación radiológica o el público en general están expuestos a las fuentes de radiación y el tipo y la energía de la fuentes de radiación y sus campos radiológicos.*

En el diseño de blindajes radiológicos, el material absorbente debe colocarse lo más cerca posible de la fuente de radiación. Para cada tipo de radiación es preciso considerar por separado el blindaje que será necesario aplicar. El diseño del blindaje puede ser una tarea compleja.

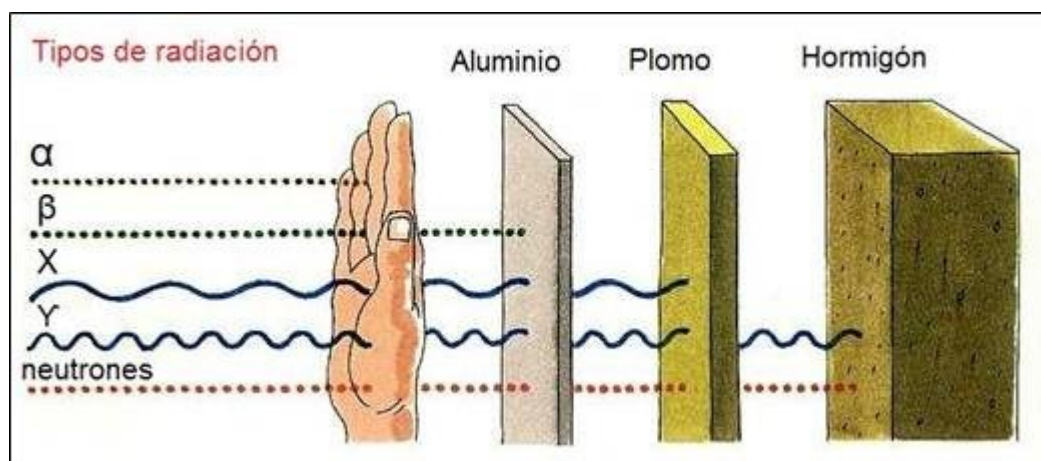


Fig. 14. Blindaje para diferentes tipos de radiación.

Las plantas de radiaciones ionizantes en nuestro país suelen utilizar hormigón vibrado como blindaje, cuya densidad varía entre los 2300 y 2500 kg/m³. En el momento de su colocación se toman muestras en probetas para realizar sus respectivos ensayos.

Cuando llega el hormigón en los camiones y se vierte en los encofrados junto con el mismo entra una gran cantidad de aire que queda atrapado dentro de la masa. El objetivo del vibrado es hacer que ese aire que está ocluido en la masa de hormigón vaya subiendo hasta la superficie y se elimine, haciendo que en la masa no quede aire, sino solamente hormigón.

Con el vibrado se logra mejorar las características del hormigón:

- **Mejora de resistencia.** El aire no es resistente, así que las zonas de la masa que en vez de hormigón haya aire, no resistirán nada. Importante sobretodo en los encuentros entre distintos elementos.
- **Mejora la durabilidad del hormigón.** El aire que queda en la masa del hormigón acabará favoreciendo que se produzca oxidación en las armaduras de refuerzo, ya que crea una red de poros que facilitará la entrada de agentes agresivos externos hacia el interior de la masa, como el CO₂, agua, polución, etcétera.
- **Mejora el anclaje de las armaduras.** El aire que además de estar atrapado en la masa del hormigón, está en contacto con las barras de armado representa una superficie de metal que no está en contacto con el hormigón. A menor superficie en contacto con el hormigón menor será su capacidad de anclaje y por lo tanto pierde la capacidad de ayudar al hormigón a resistir tracciones, por lo que con el vibrado conseguimos eliminar ese aire, aumentar la superficie de contacto hormigón/acero y por lo tanto mejorar el anclaje de armaduras
- **Reorganiza los componentes del hormigón.** Arenas, gravas, cemento y diferentes materiales con diferentes tamaños de grano. Al aplicar el vibrado, las partículas más pequeñas se van reubicando entre los huecos que van dejando las partículas más gruesas, favoreciendo la homogeneidad de la mezcla, ayudando a rellenar pequeños huecos (como espacio entre barras muy juntos), rellenar correctamente esquinas y formas complicadas del encofrado y en definitiva, mejorar la calidad del hormigón.

Inspecciones de contaminación

Una inspección de contaminación es una evaluación de las condiciones radiológicas acompañantes a la producción, uso, liberación, eliminación o presencia de materiales radiactivos u otras fuentes de radiación. Cuando sea oportuno, esta evaluación incluirá un estudio de la colocación física del material radiactivo y mediciones o cálculos de niveles de radiación o de concentraciones o cantidades del material radiactivo existente.

Las inspecciones de contaminación se realizan para poner de relieve el *cumplimiento de los reglamentos nacionales* y para evaluar los niveles de radiación, las concentraciones o cantidades de material radiactivo, así como los peligros radiológicos potenciales que pudieran existir.

La frecuencia de las inspecciones de contaminación estará determinada por el grado de peligro potencial existente.

El equipo de seguridad radiológica y los medidores de inspección deberán ser los adecuados para los tipos de material radiactivo y radiaciones que se inspeccionan, y ha de estar perfectamente calibrado.

Detección y medición de la radiación y de la contaminación radiactiva

La vigilancia o supervisión mediante instrumentos de barrido y en superficies de trabajo, suelo, ropa, piel y otras superficies son procedimientos meramente cualitativos. Es difícil convertirlos en cuantitativos. Los instrumentos empleados suelen ser dispositivos detectores, no medidores. Como la cantidad de radiactividad que interviene es a menudo pequeña, la sensibilidad de los instrumentos deberá ser alta. El requisito de transportabilidad de los detectores de contaminación depende de los usos previstos. Si el instrumento está destinado a vigilancia general de superficies del laboratorio, es recomendable emplear un instrumento portátil. En cambio, si el instrumento es para una aplicación específica y el elemento a supervisar se puede llevar hasta el instrumento, la transportabilidad no es necesaria. Los monitores de ropa, manos y calzado no son portátiles en general.

En el cuadro 5 se identifican los instrumentos que pueden emplearse para la detección de contaminación radiactiva.

Instrumento	Escala de la tasa de recuento y otras características ¹	Usos típicos	Observaciones
Monitores $\beta\gamma$ de superficies²			
<i>Generales</i>			
Contador portátil (contador G-M ³ de pared delgada o de ventana delgada)	0-1.000 cpm 0-10.000 cpm	Superficies, manos, ropa	Sencillo, fiable, alimentado por batería
Monitor G-M de laboratorio de ventana terminal delgada	0-1.000 cpm 0-10.000 cpm 0-100.000 cpm	Superficies, manos, ropa	Alimentación a red
<i>Personales</i>			
Monitor de manos y calzado, contador G-M o del tipo de centelleo	Entre 1½ y 2 veces el fondo natural	Vigilancia rápida de la contaminación	Funcionamiento automático
<i>Especiales</i>			
Monitores de lavandería, de suelo, de portal, de vehículo	Entre 1½ y 2 veces el fondo natural	Vigilancia de la contaminación	Comodo y rápido

Cuadro 5. Instrumentos detectores de contaminación.

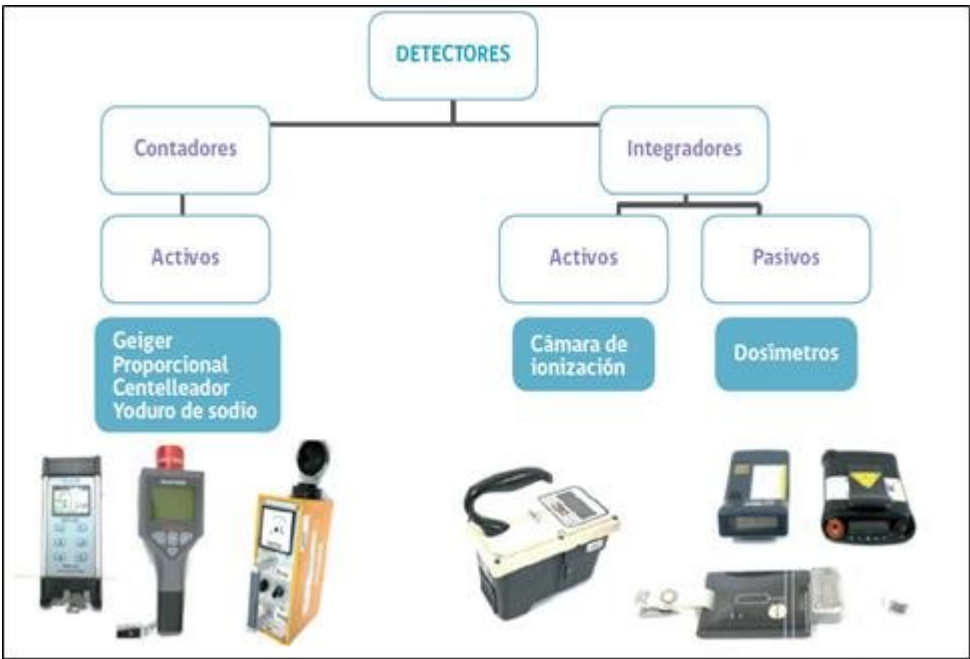


Fig.15. Detectores.

Un operador con la formación debida puede valerse de instrumentos de medición radiológica para detectar la radiación con gran facilidad y exactitud.

Un detector de radiación es cualquier medio material activo o pasivo que nos permite registrar alguna propiedad de un campo de radiación ionizante.

La capacidad de detección dependerá de la cantidad y el tipo de radiación que emite la fuente.

- Un detector “activo” es aquel que necesita un sistema electrónico de lectura en funcionamiento mientras es irradiado para obtener la señal. (Ej. Cámara de ionización de aire)
- Un detector “pasivo” es aquel que puede ser utilizado sin necesidad de registro electrónico durante el proceso de irradiación. (Ej. Placa fotográfica utilizada en dosímetros)

Podemos también dividir a los detectores dependiendo de si la señal que ofrecen es el resultado de integrar todos los efectos de múltiples interacciones individuales (“integradores”) o bien detectores que funcionan en base a las interacciones de una sola partícula individual (“contadores”).

Dosimetría

La dosimetría se utiliza para indicar los equivalentes de dosis que los trabajadores o productos reciben de los campos de radiación externos a los que puedan estar expuestos. Los dosímetros se caracterizan por el *tipo de dispositivo* y por la *radiación que miden*.

Tres son los tipos principales de dosímetros de uso más corriente. Se trata de los **dosímetros termoluminiscentes**, **dosímetros de película** y **cámaras de ionización**.



Fig. 16. Dosimetría de termoluminiscencia



Fig.17. Dosimetría de cámaras de ionización

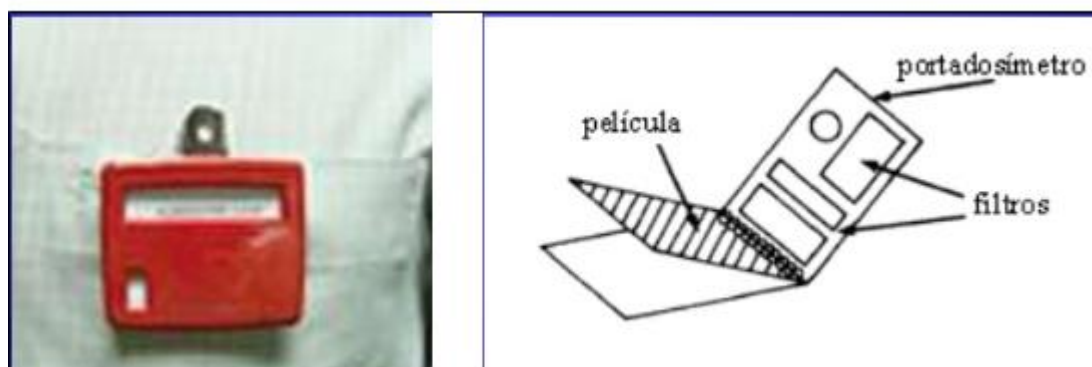


Fig. 18. Dosimetría de película

Los *dosímetros termoluminiscentes* son los dosímetros personales más utilizados. Aplican el principio de que algunos materiales, cuando absorben energía de la radiación ionizante, la van almacenando, de modo que puede recuperarse después en forma de luz cuando los materiales se calientan. La cantidad de luz liberada es directamente proporcional, con bastante exactitud, a la energía absorbida de la radiación ionizante y, por lo tanto, a la dosis absorbida que ha recibido el material. Los materiales más empleados en la fabricación de dosímetros termoluminiscentes son el fluoruro de litio (LiF) y el fluoruro de calcio (CaF₂).

La *película fotográfica* fue el material más corriente empleado en dosimetría personal antes de generalizarse la dosimetría termoluminiscente. El grado de ennegrecimiento de la película depende de la energía absorbida de la radiación ionizante, pero la relación no es lineal. La dependencia de la respuesta de la película respecto de la dosis absorbida total, de la tasa de dosis absorbida y de la energía de la radiación es mayor que en los dosímetros termoluminiscentes y puede limitar el margen de aplicabilidad de la película. Pero ésta tiene la ventaja de suministrar un registro permanente de la dosis absorbida a que ha estado expuesta.

Para obtener información dosimétrica inmediata se emplean pequeñas *cámaras de ionización, de lectura directa*, también denominadas *cámaras de bolsillo*. Es muy frecuente su uso cuando tiene que entrar personal en zonas de alta o muy alta radiación, donde se podría recibir una dosis absorbida grande en muy poco tiempo. Las cámaras de bolsillo se suelen calibrar en la propia instalación y son muy sensibles

al choque. Por consiguiente, tienen que ser suplementadas siempre con dosímetros termoluminiscentes o de película, que son más exactos y fiables, pero que no dan resultados inmediatos.

Un trabajador necesita dosimetría cuando tiene una probabilidad razonable de acumular un determinado porcentaje, por lo general del 5 ó 10 %, del equivalente de dosis máximo permisible en todo el cuerpo o en ciertas partes de él. Cuando las condiciones de exposición lo justifiquen, pueden llevarse otros dosímetros en dedos o muñecas, en el abdomen, en una cinta o sombrero en la frente, o en un collar, para evaluar la exposición localizada de las extremidades, de un feto o embrión, el tiroides o el cristalino de los ojos.

Los dosímetros personales indican únicamente la radiación a la que ha estado expuesto el dosímetro.

Dosimetría de producto

Uno de los dosímetros comúnmente empleados en las plantas de irradiación es el Ambar 3042. El mismo está hecho de polimetilmetacrilato sensible a la radiación (pmma) en forma de piezas ópticamente transparentes individualmente selladas en sobrecitos laminares. Se oscurecen cuando se irradian, y el oscurecimiento inducido por la radiación, medible con precisión por medio de un espectrofotómetro, es una función de la dosis de radiación absorbida.

Este dosímetro tiene un rango de dosis funcional de **1 kGy a 30 kGy**, lo que lo hace ideal para procesos de irradiación a dosis bajas.



Fig. 19. Dosímetro de polimetilmetacrilato

Indicadores de proceso

Los indicadores Etigam Gamma y E-beam se adhieren a etiquetas que están diseñadas para demostrar que el artículo ha sido expuesto a suficiente radiación gamma o beta. Distinguen la diferencia entre los artículos procesados y no procesados por un cambio de color del indicador. Estos indicadores se deben usar en artículos individuales para esterilizar.

Código	Descripción	No irradiado	Irradiado
2.01	Indicador plano, circular, Ø 12,7 mm.		
2.01Yexp	Indicador circular, Ø 12,7 mm, con texto: 'rojo está Y expuesto'.		
2.12.04	Indicador cuadrado 14 x 14 mm., Con círculo impreso, texto: 'rojo está Y expuesto'.		

Fig. 20. Tipos de indicadores.



Fig. 21. Aplicador y cintas indicadoras

Letreros de zonas

La Figura 22 muestra el símbolo estándar internacional de radiación, que es obligatorio que destaque en todas las señales que identifiquen zonas controladas a efectos de seguridad radiológica y en las etiquetas de contenedores que indiquen la presencia de materiales radiactivos.

Las áreas controladas a efectos de seguridad radiológica se designan a menudo según el orden creciente de las tasas de dosis. Dichas áreas deberán ser identificadas con anuncios llamativos donde figure el símbolo de radiación y el letrero “PRECAUCION, ZONA DE RADIACION,” “PRECAUCION [o PELIGRO], ZONA DE ALTA RADIACION,” o “GRAVE PELIGRO, ZONA DE MUY ALTA RADIACION,” según el caso.

Una zona de radiación es un área accesible al personal, en la que existen niveles de radiación que pueden hacer que un individuo reciba un equivalente de dosis superior a 0,05 mSv en 1 h a 30 cm de la fuente de radiación o de cualquier superficie en la que penetre la radiación.

Una zona de alta radiación es un área, accesible al personal, en la que existen niveles de radiación que pueden hacer que un individuo reciba un equivalente de dosis superior a 1 mSv en 1 h a 30 cm de la fuente de radiación o de cualquier superficie en la que penetre la radiación.

Una zona de muy alta radiación es un área, accesible al personal, en la que existen niveles de radiación que pueden hacer que un individuo reciba un equivalente de dosis superior a 5 Gy en 1 h a 1 m de la fuente de radiación o de cualquier superficie en la que penetre la radiación.

Si una zona o recinto contiene una cantidad importante de material radiactivo (definida por el organismo competente), la entrada a dicha área o recinto deberá estar señalada con un aviso llamativo que lleve el símbolo de radiación y el letrero “PRECAUCION [o PELIGRO], MATERIALES RADIATIVOS”.

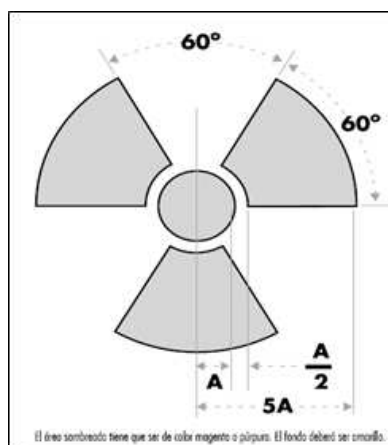


Fig. 22. Símbolo de radiación.

Ropa protectora

La ropa protectora es suministrada por la empresa al trabajador para reducir la posibilidad de contaminación radiactiva del trabajador o de su ropa o para el blindaje parcial del trabajador contra la radiación beta, X o gamma. Ejemplos de lo primero son la ropa, guantes, campanas y botas anticontaminación. Ejemplos de lo último son los delantales de plomo, guantes y gafas.

Capacitación del personal

Los empleadores son responsables de que todos los trabajadores expuestos o que pudieran estar expuestos a radiación ionizante o a materiales radiactivos reciban formación en seguridad radiológica. Tienen que proporcionar formación inicial antes de que el trabajador comience a trabajar y renovar cada año la formación.

Además, todas las mujeres trabajadoras en edad fértil deberán recibir formación e información especial sobre los efectos de la radiación ionizante en los niños no nacidos y sobre las precauciones que deben adoptar. Esta formación especial debe facilitarse a la mujer trabajadora cuando se la contrate, cada año posterior y si notifica a su empleador que está embarazada.

Todo el personal que trabaje en cualquier parte de una zona a la que esté restringido el acceso por causas de seguridad radiológica o que la frecuente:

- será informado del almacenamiento, transferencia o uso de materiales radiactivos o de radiación en esas partes de la zona restringida;
- recibirá formación sobre los problemas de protección de la salud relacionados con la exposición a esa clase de materiales radiactivos o de radiación, sobre precauciones o procedimientos para reducir la exposición y sobre los fines y funciones de los dispositivos protectores empleados;
- recibirá formación e instrucciones para observar, en la medida de sus atribuciones, las disposiciones aplicables de los reglamentos nacionales y de la empresa relativos a la protección de personal frente a exposiciones a la radiación o a materiales radiactivos existentes en esas zonas;
- será informado de su responsabilidad de informar con diligencia al empleador de cualquier situación que pudiera entrañar la violación de reglamentos nacionales o de la empresa o una exposición innecesaria a radiación o a material radiactivo;

- será informado de la respuesta adecuada a los avisos que se emitan en caso de cualquier emergencia o fallo de funcionamiento que pueda implicar exposición a radiación o a material radiactivo,
- será asesorado en relación con los informes de exposición radiológica que los trabajadores puedan solicitar.

El alcance de las instrucciones de seguridad radiológica deberá ser acorde con los problemas potenciales de protección radiológica de la salud en la zona controlada. Las instrucciones deberán extenderse según proceda al personal auxiliar.

Los empleadores deberán garantizar que los trabajadores que utilicen radiación ionizante estén calificados para realizar el trabajo para el que han sido contratados. En nuestro país, el operador quien es el responsable de determinar-programar el proceso de irradiación de cada producto y controlar el acceso a la sala de irradiación, es capacitado por ARN durante un periodo de 2 años previos a ejercer su puesto. Además, obtiene una licencia que lo habilita para desarrollar sus actividades en una planta en particular, no siendo válida para operar en otra planta.

Los trabajadores deberán tener la formación básica y la experiencia necesarias para desempeñar sus trabajos con seguridad, sobre todo en relación con la exposición a la radiación ionizante y a materiales radiactivos y con su utilización.

Mantenimiento de registros

Las actividades de seguridad radiológica de una organización exigen una documentación rigurosa, que se archivará en los soportes adecuados. Estos registros son esenciales si surge la necesidad de conocer exposiciones a la radiación o escapes de radiactividad anteriores y para demostrar el cumplimiento de lo dispuesto por los organismos competentes. Se dará una alta prioridad al mantenimiento coherente, exacto y completo de estos registros.

Consideraciones organizativas

El puesto del responsable principal de la seguridad radiológica se colocará en un nivel de la organización que le permita el acceso inmediato a todos los escalones de trabajadores y dirección. Esta persona deberá tener acceso libre a zonas cuyo acceso

esté restringido por motivos de seguridad radiológica, y autoridad para detener inmediatamente las prácticas inseguras o ilegales.

CONTROLES REQUERIDOS

Vigilancia de la salud en el trabajo

Los trabajadores expuestos a la radiación ionizante deben contar con servicios de salud en el trabajo en el mismo grado que los expuestos a otros peligros profesionales. Reconocimientos generales previos a la contratación evaluarán la salud general de los candidatos y establecerán datos de referencia. Debe obtenerse siempre el historial médico y de exposición. La naturaleza de la exposición radiológica esperable puede recomendar la ejecución de reconocimientos especializados, como el del cristalino del ojo y el recuento de células de la sangre, lo que debe dejarse a la discreción del médico responsable.

Vigilancia de efluentes líquidos - cloacales

La Ley provincial N° 6260 de medioambiente en su ANEXO I establece los valores máximos para que los efluentes líquidos provenientes de establecimientos industriales puedan ser descargados en cursos de aguas.

Parámetros

Límites Permitidos

	<i>A colectora</i>	<i>A curso de agua</i>
<i>1. pH</i>	<i>5,5 a 10</i>	<i>5,5 a 10</i>
<i>2. Sustancia soluble en éter etílico</i>	<i><100 mg/lit</i>	<i><100 mg/lit</i>
<i>3. Aceites Minerales</i>	<i><10 mg/lit</i>	<i><10 mg/lit</i>

4. Sulfuro	<1 mg/lit	<1 mg/lit
5. Sólido sedimentable en 10 min.	<5,0 ml/lit	<5,0 ml/lit
6. Sólido sedimentable en 2 hs.	(1)	(2)
7. Sólido flotante	(3)	No debe contener
8. Temperatura	<45°C	<45°C
9. Demanda bioquímica de oxígeno	(4)	(5)
10. Oxígeno consumido	(6)	(7)
11. Demanda de Cloro	(8)	(8)
12. Cianuro	<0,1 mg/lit	<0,1 mg/lit
13. Cromo hexavalente	<0,2 mg/lit	<0,2 mg/lit
14. Cromo trivalente	<2 mg/lit	<2 mg/lit
15. Sustancia reactivas al azul		
de ortotoluidina	<2 mg/lit	<2 mg/lit
16. Cadmio	<0,1 mg/lit	<0,1 mg/lit

<i>17.Plomo</i>	<i><0,5 mg/lit</i>	<i><0,5mg/lit</i>
<i>18.Mercurio</i>	<i><0,005 mg/lit</i>	<i><0,005 mg/lit</i>
<i>19.Arsénico</i>	<i><0,5 mg/lit</i>	<i><0,5 mg/lit</i>
<i>20.Sustancias Fenólicas</i>	<i><0,5 mg/lit</i>	<i><0,5 mg/lit</i>
<i>21.Otros condicionantes.</i>		

- Las descargas al Río Uruguay deberán cumplir la condición de que a partir de 100 metros de distancia del punto de volcado se mantenga la calidad de río fijada en el anexo I del Decreto N° 4092/79, que reglamenta la Ley 6416 llamada de “Uso y Preservación del Medio Ambiente en la Región de Salto Grande”.
- Las descargas industriales ubicadas a menos de 5 km. aguas arriba, o 1 km. aguas abajo, de una toma de agua para consumo de la población, deberán tener una demanda bioquímica de oxígeno máxima de 50 mg. O₂/lit. y el contenido de los contaminantes indicados en los parámetros 11 a 20 deberá estar dentro de lo permitido para agua potable, también deberá satisfacerse la demanda de cloro.
- No se permite la descarga a conductos pluviales, cerrados o abiertos, ni a napa de agua, excepto la freática, en cuyo caso la demanda bioquímica de oxígeno máxima permitida es de 200 mg. O₂/lit. y el contenido de los contaminantes indicados en los parámetros 11 a 20 deberá estar dentro de lo permitido para agua potable.
- Las descargas a cursos de agua no permanentes, o con un caudal inferior a 10 veces el caudal de la descarga industrial, estarán sujetas a un estudio particular para cada caso.

- Las sustancias, cualquiera sea su estado, separadas en los tratamientos de depuración de líquidos residuales no pueden ser descargadas en cursos de agua, colectoras cloacales ni napas.

REFERENCIAS

SOLIDOS SEDIMENTABLES EN 2 hs. Referenciadas (1) y (2)

(1) *Se deberán satisfacer los requerimientos del ente prestador del Servicio de Cloacas, de existir normas locales, deberá ser menor de 10 ml./lt.*

(2) *Para cursos de agua: MATERIALES EN SUSPENSION, TOTAL Descargas al Río Uruguay: < 100 ml./lt. –*

Descargas a ríos, arroyos interiores con caudales permanentes y mayores de veces el caudal de descarga de la industria: < 50 mg O₂/lt.

En ningún caso deberán producirse deterioros ambientales, tales como olores molestos, aspecto desagradable, etc.

SOLIDOS FLOTANTES, referencia (3)

(3) *Se deberán satisfacer los requerimientos del ente prestador del servicio de cloacas*

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO, referencias (4) y (5)

(4) *Se deberán satisfacer los requerimientos del ente prestador del servicio de cloacas, de no existir normas locales, deberá ser menor de 250 mg O₂/lt.*

(5) *Descargas al Río Uruguay: <250 mg O₂/lt.*

Descargas a ríos y arroyos interiores con caudales permanentes y mayores de 10 veces el caudal de descarga de la industria: <50 mg O₂/lt.

En ningún caso deberán producirse deterioros ambientales, tales como olores molestos, aspecto desagradable, etc.

OXIGENO CONSUMIDO, referencias (6) y (7)

Solo se efectuará este ensayo cuando no sea posible hacer la demanda bioquímica de oxígeno.

(6) *Se deberán satisfacer los requerimientos del ente prestador del servicio de cloacas, de no existir normas locales deberá ser menor de 100 mg/lit.*

(7) *Descargas al río
Uruguay: < 100 mg/lit.*

Descargas a ríos y arroyos interiores con caudales permanentes y mayores de 10 veces el caudal de la industria: < 20 mg/lit.

DEMANDA DE CLORO, referencia (8)

(8) *Cuando por la naturaleza del origen del líquido residual se lo considere necesario, se podrá exigir la cloración hasta satisfacer la demanda de cloro. A pedido del interesado y justificando disponer de otro tratamiento para reducir el contenido microbiológico que no sea la cloración, podrá obviarse esta exigencia; en ese caso la descarga deberá tener menos de 5000 bacterias coliformes totales por cada (100) mililitros.*

Control de acceso a zonas de alta radiación

Cada punto de entrada o acceso a una zona de alta radiación deberá tener una o más de las características siguientes:

- un dispositivo de control que, al entrar en la zona, haga disminuir el nivel de radiación hasta otro inferior al que podría hacer recibir a un individuo una dosis de 1 mSv en 1 h a 30 cm de la fuente de radiación o de cualquier superficie que penetre la radiación;
- un dispositivo de control que active una señal de alarma llamativa, visible o audible, que alerte a cualquier persona que entre en la zona de alta radiación y al supervisor de la actividad,
- entradas cerradas con llave, salvo durante horarios en que sea necesario el acceso a la zona, con control positivo en cada entrada individual.

Los controles exigidos en una zona de alta radiación pueden ser sustituidos por una vigilancia permanente, directa o electrónica, es decir, capaz de impedir la entrada no autorizada.

Los controles se establecerán de manera que no se impida a las personas abandonar el área de alta radiación.

Retención para desintegración radiactiva

Si el período de semidesintegración del material radiactivo es corto y si la organización tiene espacio de almacenamiento suficiente, los residuos radiactivos pueden retenerse hasta su desintegración y la posterior eliminación sin preocuparse de su radiactividad. Un plazo de retención de al menos diez períodos de semidesintegración es suficiente para que los niveles de radiación sean indistinguibles del fondo natural. Los residuos tienen que ser inspeccionados antes de su eliminación. En la inspección debe emplearse la instrumentación adecuada para detectar la radiación y demostrar que los niveles de radiación son indistinguibles del fondo. Dicha inspección es realizada por la empresa proveedora de la fuente, quienes son los encargados de retirar aquellas varillas que posean baja actividad y si es necesario reemplazarlas.

PLANIFICACIÓN DE MEDIDAS Y GESTIÓN DE ACCIDENTES RADIOLÓGICOS

Planificación de emergencias

Todas las operaciones que utilicen radiación ionizante o materiales radiactivos, salvo las de menor cuantía, deberán contar con planes de emergencia. Estos planes deberán estar al día y se pondrán a prueba en simulaciones periódicas.

En los planes de emergencia deben considerarse todas las situaciones de emergencia verosímiles.

Todos los hospitales, en especial los situados en grandes áreas metropolitanas, deben poseer planes para la recepción y asistencia de pacientes contaminados por radiactividad. Las organizaciones de policía y bomberos deben tener planes para hacer frente a accidentes de transporte de material radiactivo.



Fig.23. Observadora de la ARN en el escenario de descontaminación de vehículos

Bosquejo inicial del plan y los procedimientos de emergencia

Hay que empezar por evaluar el inventario total de material radiactivo de la instalación en cuestión. Después es preciso analizar los accidentes verosímiles, de manera que se puedan determinar los límites máximos probables de los escapes desde la fuente. A continuación, el plan y sus procedimientos deberán permitir a los operadores de la instalación:

1. reconocer una situación de accidente;
2. clasificar el accidente por su gravedad;
3. tomar medidas para mitigar el accidente;
4. cursar las notificaciones oportunas;
5. pedir ayuda de forma eficaz y rápida;
6. cuantificar los escapes;
7. vigilar las exposiciones dentro y fuera de la instalación, así como mantener las exposiciones de emergencia ALARA;
8. recuperar la instalación lo antes que las circunstancias permitan,
9. mantener registros exactos y detallados.

Plan de emergencia típico. Método del Índice

En la Figura 24 se observa un ejemplo de índice de un plan de emergencia, el cual deberá incluir todos los apartados que se indican y adaptarse a las necesidades locales.



Figura 24. Ejemplo de plan de emergencia, índice de materias.

Equipo de detección de emergencia

La cantidad del equipo de detección de emergencia debe ser el doble como mínimo que el necesario en cualquier otro momento. Deben disponerse armarios en distintos lugares alrededor de las plantas de manera que ningún accidente impida el acceso a todos estos armarios. Para garantizar la disponibilidad del equipo, deben realizarse un inventario y una calibración del mismo cada semestre y después de cada ejercicio.

A continuación, se da una lista del equipo de vigilancia medioambiental típico que se necesita:

1. Los detectores gamma portátiles para trabajo de implante deben tener una escala máxima de 100 Gy/h, y el equipo de detección independiente debe poder medir radiación beta de hasta 100 Gy/h.

2. Dentro de la instalación, la dosimetría personal debe incluir equipo con capacidad de medición beta, así como dosímetros termoluminiscentes (DTL) anulares (Figura 17). A veces se necesita también otra dosimetría de extremidades.

En las emergencias siempre es preciso disponer de juegos extra de dosímetros de control.

3. Se debe disponer de ropa de protección.

4. En caso de desperfectos mecánicos en el bunker cuando la fuente se encuentra arriba se debe disponer de un sistema automatizado que permita tener control sobre el problema. Una alternativa es la inundación del recinto cerrando las compuertas y permitiendo el ingreso de personal capacitado.



Fig. 25. Radiólogo industrial con dosímetros termoluminiscentes (DTL): uno en el bolsillo superior y otro en anillo.

TRANSPORTE DE MATERIAL RADIOACTIVO

El transporte de material radioactivo es realizado por la empresa proveedora de la fuente la cual está autorizada por la Autoridad Regulatoria Nuclear. Dicha empresa ofrece una garantía de 20 años para, responsabilizándose desde el momento del traslado de la fuente, durante su vida útil y del retiro de la misma.

A continuación, se describirán aspectos generales de este procedimiento.

La Norma AR 10.16.1 de la ARN establece requisitos que deben satisfacerse para garantizar la seguridad y proteger a las personas, los bienes y el medio ambiente de los efectos de las radiaciones en el transporte de materiales radiactivos. Esta protección se logra aplicando los siguientes requisitos:

- a) La contención del contenido radiactivo;
- b) El control de los niveles de radiación externa;
- c) La prevención de la criticidad;
- d) La prevención de los daños ocasionados por el calor.

Este reglamento se aplica a **todas las modalidades de transporte** por vía terrestre, acuática o aérea de materiales radiactivos. El transporte abarca todas las operaciones y condiciones relacionadas con el traslado de materiales radiactivos e inherentes al mismo, tales como el diseño, la fabricación, el mantenimiento y la reparación de embalajes, y la preparación, expedición, carga, acarreo, incluido el almacenamiento en tránsito, descarga y recepción en el destino final de cargas de materiales radiactivos y contenedores.

Las dosis que reciban las personas serán inferiores a los límites de dosis correspondientes. Se optimizarán la protección y la seguridad de modo que la magnitud de las dosis individuales, el número de personas expuestas y la probabilidad de que ocurran exposiciones se mantengan en los valores más bajos que puedan razonablemente alcanzarse, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales y con la limitación de que las dosis individuales estén sujetas a restricciones de dosis.

Se adoptará un enfoque estructurado y sistemático que tendrá en cuenta las interrelaciones entre el transporte y otras actividades.

Se establecerá un programa de protección radiológica para el transporte de materiales radiactivos. La naturaleza y el alcance de las medidas que se aplicarán en el programa guardarán relación con la magnitud y la probabilidad de que ocurran exposiciones a la radiación. Los documentos del programa deberán ponerse a disposición de la autoridad competente cuando así se solicite con fines de inspección.

En caso de accidentes o incidentes durante el transporte de materiales radiactivos, se observarán las disposiciones de emergencia establecidas por las entidades nacionales y/o internacionales pertinentes, con el fin de proteger a las personas, los bienes y el medio ambiente.

El plan nacional principal debería ser lo suficientemente flexible como para responder a una amplia variedad de accidentes. De cualquier forma, en el plan se deberían tratar al menos los siguientes temas:

- a) La planificación básica;
- b) Las responsabilidades, capacidad y tareas de las entidades participantes;
- c) Los procedimientos para alertar y avisar a las entidades y personas clave;
- d) Los métodos para prevenir y aconsejar al público en general;
- e) Los niveles de intervención y actuación en materia de exposición y contaminación;
- f) Las medidas de protección;
- g) Los procedimientos que se haya de seguir en las acciones de respuesta;
- h) Las recursos para apoyo médico y de salud pública;
- i) Los procedimientos en materia de capacitación, simulacros y actualización de los planes;
- j) La información pública.

Las principales medidas que se han de adoptar para responder a los accidentes de transporte que afecten a materiales radiactivos son:

- a) Rescatar y prestar asistencia médica urgente a las víctimas;
- b) Luchar contra los incendios y demás consecuencias comunes de los accidentes de transporte;
- c) Determinar los riesgos inherentes al material afectado;

- d) Combatir cualquier riesgo radiológico y prevenir la dispersión de contaminación radiactiva;
- e) Recuperar el o los contenedores y el vehículo de transporte;
- f) Descontaminar al personal;
- g) Descontaminar la vía de tráfico y restablecerlo, así como delinear los límites de otras áreas contaminadas;
- h) Descontaminar las proximidades y devolverlas a un estado seguro. Una vez que el material radiactivo esté bajo control y se haya restablecido el tráfico en el lugar del accidente, la emergencia debería considerarse finalizada.

En cuanto a las capacitaciones, las personas que intervienen en el transporte de materiales radiactivos serán preparadas en las disposiciones del presente Reglamento, en la medida que lo exijan sus responsabilidades.

Las personas que clasifican, embalan, marcan y etiquetan materiales radiactivos; preparan los documentos de transporte; ofrecen o aceptan materiales radiactivos para el transporte; acarrean o los manipulan durante el transporte; marcan o rotulan contenedores, o los cargan o descargan de vehículos de transporte; o que de otro modo intervienen directamente en el transporte de materiales radiactivos según lo determine la autoridad competente, recibirán la siguiente capacitación:

- a) Capacitación de carácter general/familiarización (descripción de las categorías de materiales radiactivos; requisitos de etiquetado, marcado, rotulado y embalaje y separación, entre otros).
- b) Capacitación en funciones específicas (aplicados a la función que esa persona desempeñe).
- c) Capacitación en materia de seguridad (en función del riesgo de exposición en caso de liberación y de las tareas que le correspondan).

Requisitos generales relativos a todos los contenedores

- Se diseñará de manera que pueda transportarse con facilidad y seguridad teniendo en cuenta su masa, volumen y forma.

- Deberá diseñarse de modo que pueda sujetarse debidamente dentro del medio de transporte, o durante su izado para la carga y descarga de la fuente.
- Deberá resistir los efectos de toda aceleración, vibración o resonancia vibratoria que pueda producirse en las condiciones de transporte rutinarias sin que disminuya la eficacia de los dispositivos de cierre de los diversos recipientes ni se deteriore la integridad en su conjunto.
- Los materiales de que se componga el contenedor, así como todos sus componentes o estructuras, tendrán que ser física y químicamente compatibles entre sí y con el contenido radiactivo.
- En el diseño se tendrán en cuenta las temperaturas y las presiones ambiente que probablemente se den durante el transporte en condiciones rutinarias.



Fig. 26. Contenedor para transporte de la fuente.

Etiquetado y rotulado

Todo contenedor deberá llevar las etiquetas en el exterior a los cuatro lados del mismo, ajustándose al modelo representado en las figuras.



Fig. 19. Etiqueta de material radiactivo.



Fig. 20. Rótulo para indicar por separado el número de las Naciones Unidas. El color de fondo del rótulo será naranja y los bordes y el número de las Naciones Unidas serán negros. El símbolo “****” indica el espacio en el que deberá insertarse el número de las Naciones Unidas apropiado para los materiales radioactivos de que se trate.

Glosario

Hormigón monolítico: Hormigón armado moldeado sin ningún tipo de uniones excepto las juntas constructivas.

Área Controlada: Lugar de trabajo donde se requiere, en condiciones normales de operación, que los trabajadores apliquen procedimientos preestablecidos para controlar la exposición a la radiación o para prevenir la dispersión de la contaminación radiactiva, y en la que se requieren medidas específicas para prevenir exposiciones potenciales.

Área Supervisada: Lugar de trabajo donde las condiciones radiológicas deben mantenerse bajo supervisión aun cuando no se requieran rutinariamente procedimientos especiales. Enclavamiento: Dispositivo que actúa para impedir la entrada o permanencia inadvertida de personas en zonas peligrosas, a fin de evitar su exposición indebida.

Fuente de Irradiación: Conjunto de fuentes selladas montadas en un portafuentes al cual será expuesto el producto a irradiar.

Fuente Sellada: Fuente radiactiva en la que el material radiactivo se halla en una o más cápsulas suficientemente resistentes como para prevenir el contacto y la dispersión del material radiactivo, bajo las condiciones de uso para la cual fue diseñada.

Límite de Seguridad: Valor máximo que puede tomar una variable de importancia para la seguridad, sin afectar la seguridad de la instalación.

Nivel de Seguridad: Valor especificado de las variables de proceso para el cual deben iniciarse acciones automáticas de los sistemas de seguridad.

Ocupación Indebida: Presencia de personas en el recinto de irradiación desde que se inicia la secuencia de izado de la fuente de irradiación.

Posición de Depósito: Es aquella posición de la fuente de irradiación correspondiente al límite inferior de su recorrido.

Posición de Irradiación: Es aquella posición de la fuente de irradiación a lo largo de su recorrido, necesaria para satisfacer una dada geometría de irradiación.

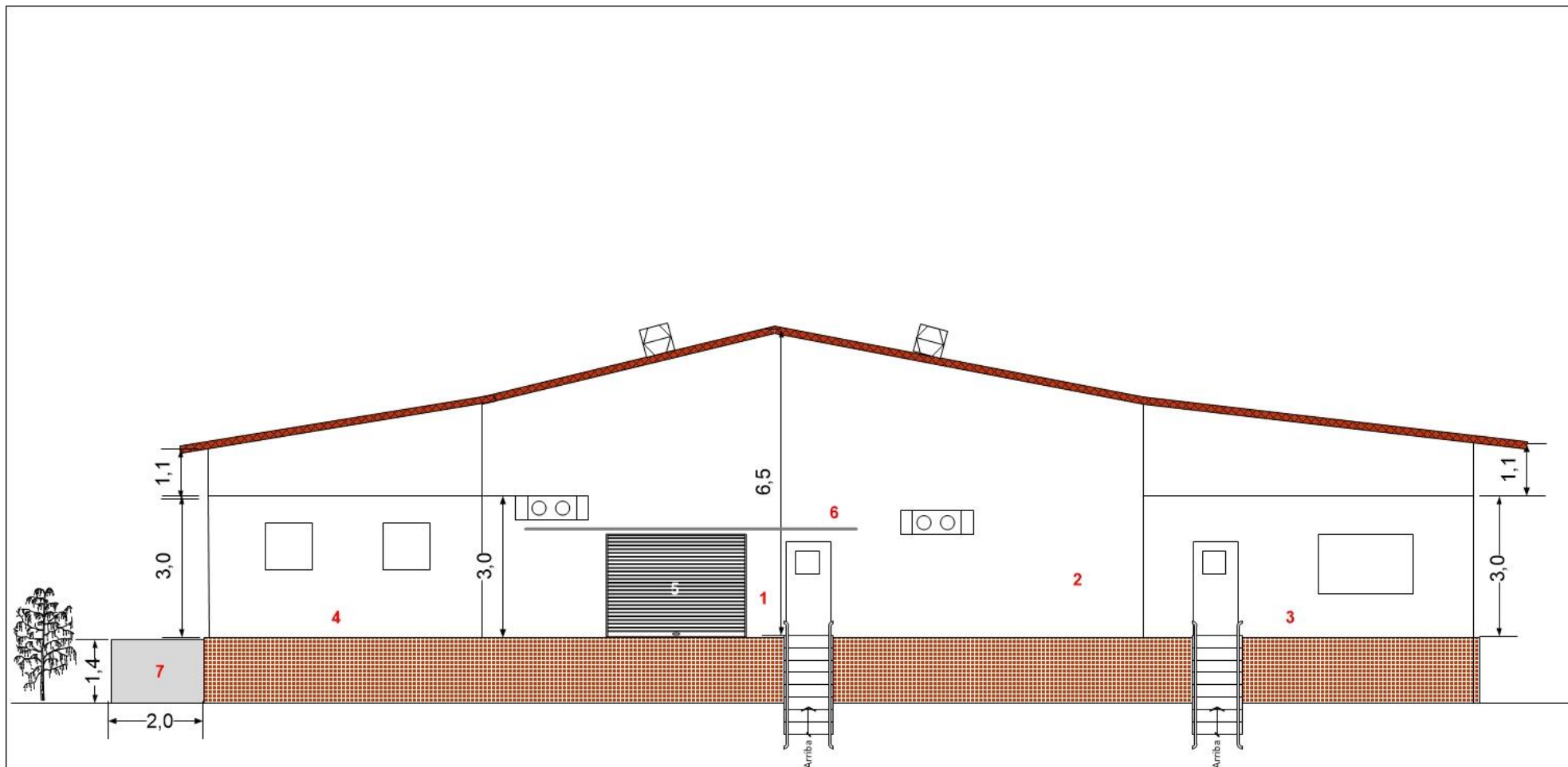
Recinto de Irradiación: Local de la instalación destinado a la irradiación, con suficiente blindaje para limitar adecuadamente las dosis en el exterior del mismo. Incluye la sala de irradiación y las zonas o laberinto de acceso.

Sala de Irradiación: Sala donde se expone el producto a tratar, a la fuente de irradiación. **Secuencia de Izado:** Conjunto de acciones y condiciones que se cumplen ordenadamente para llevar a la fuente de irradiación desde la posición de depósito a la posición de irradiación.

ALARA: Tan bajo como sea razonablemente posible; criterio general que tanto la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) como los organismos reguladores nacionales imponen a los propietarios de las instalaciones nucleares y radiactivas para que controlen los efluentes de las mismas, de forma que se mantengan los niveles de radiactividad tan bajos como sea razonablemente posible. El criterio establece que deben evitarse todas las exposiciones de los seres vivos no justificadas, y mantener tan bajas y alejadas de los límites fijados por el organismo regulador como sea posible las exposiciones, teniendo en cuenta tanto el estado de la tecnología como los factores económicos y sociales que puedan intervenir en toda irradiación (el término original era "As Low As Practicable").



PLANOS, VISTAS Y CORTE



REFERENCIAS

1. Ingreso zona de descarga de producto a irradiar.
2. Sala de control.
3. Sala de Servicios auxiliares.
4. Sector oficinas.
5. Puerta cámara de refrigeración – Zona producto a irradiar.
6. Techo que cubre la playa de recepción de producto.
7. Rampa para discapacitados.

 Facultad de Ciencias
de la Alimentación

Título: Vista lateral de la planta

Fecha: 21/12/2018

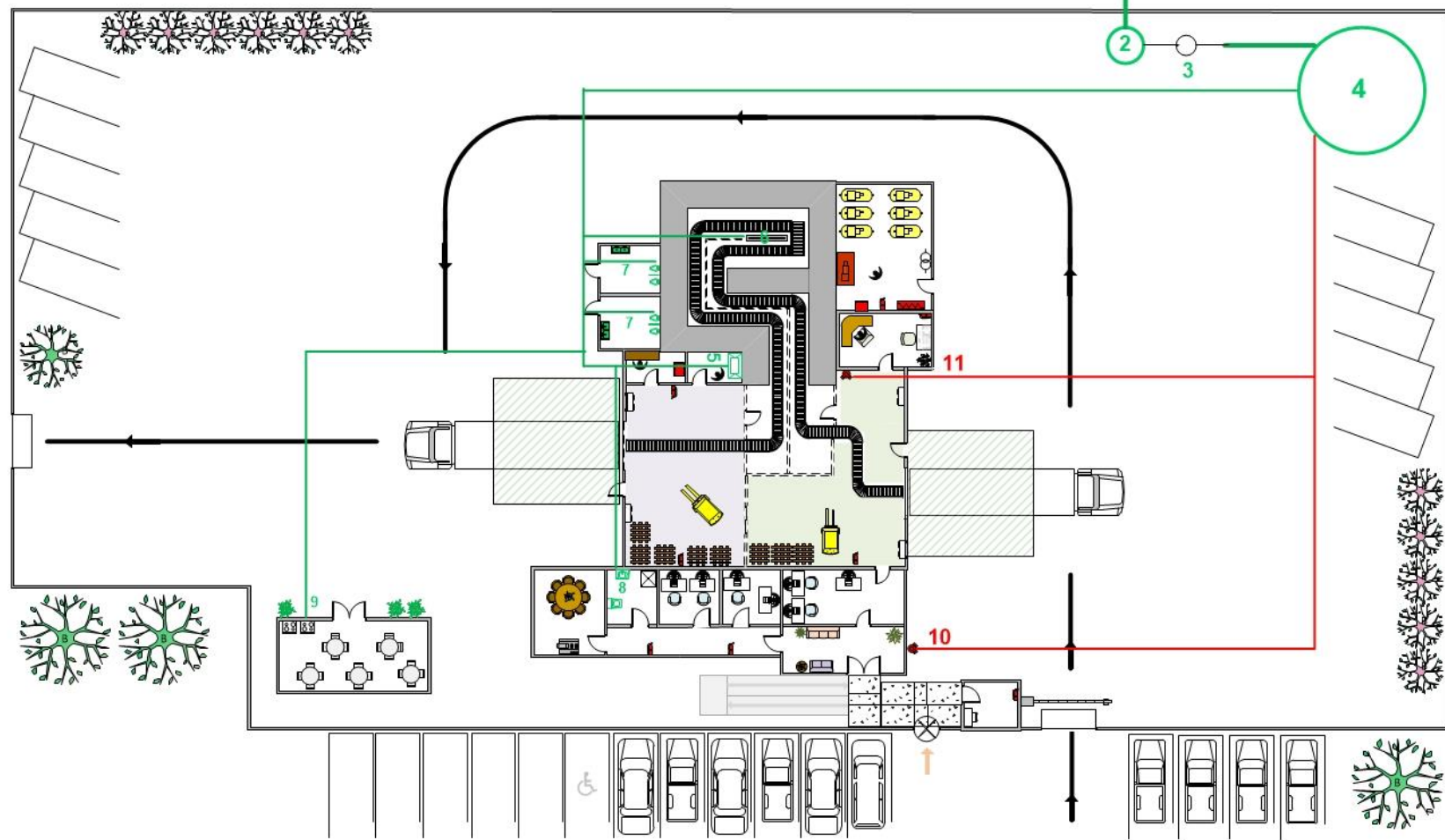
Formulación y Evaluación de Proyectos

Autores: Hartman M., Martinez F., Schlegel D.

Planta de Irradiación Industrial

ESCALA 1:83,3333

Hojas 2



REFERENCIAS

1. Caño maestro.
2. Tanque de agua de 5000 litros de capacidad.
3. Bomba centrífuga.
4. Tanque de agua.
5. Destilador por osmosis inversa.
6. Piscina de almacenamiento.
7. Sanitarios de planta.
8. Sanitario de oficina.
9. Comedor.
10. Boca de incendios exterior.
11. Boca de incendio en la entrada del laberinto.

 Facultad de Ciencias
UNER de la Alimentación

Título: Distribución de cañerías

Fecha: 21/12/2018

Formulación y Evaluación de Proyectos

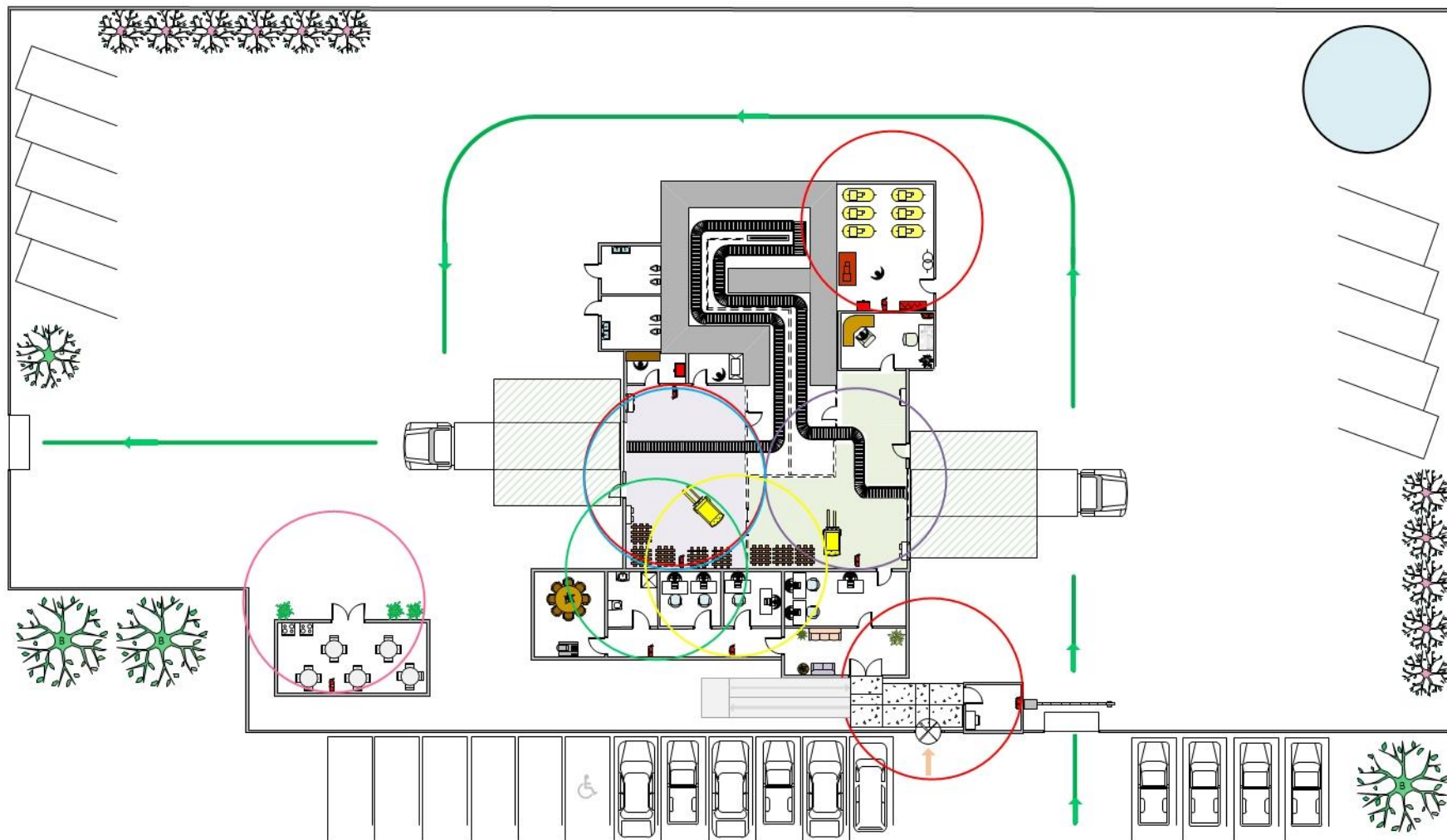
Autores: Hartman M., Martinez F., Schlegel D,

Planta de Irradiación Industrial

ESCALA 1:238,0952

HOJA

3



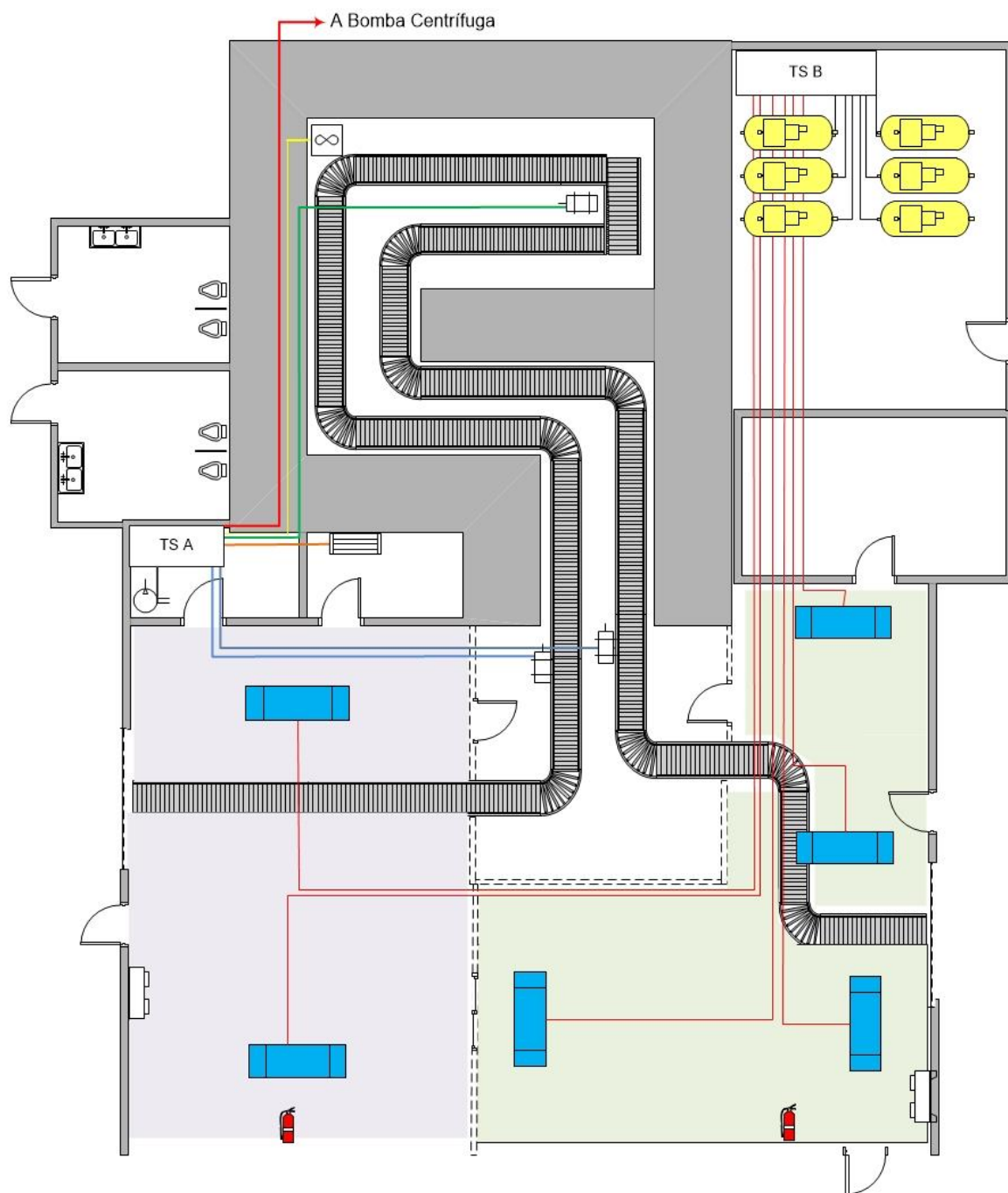
 <p>Facultad de Ciencias UNER de la Alimentación</p>	<p>Formulación y Evaluación de Proyectos</p>
<p>Título: Distribución de matafuegos</p> <p>Fecha: 21/12/2018</p>	<p>Autores: Hartman M., Martínez F., Schlegel D,</p> <p>Planta de Irradiación Industrial</p>

ESCALA

2

HOJA

4



REFERENCIAS

Extensión de cables en Tableros seccionales para fuerza Motriz

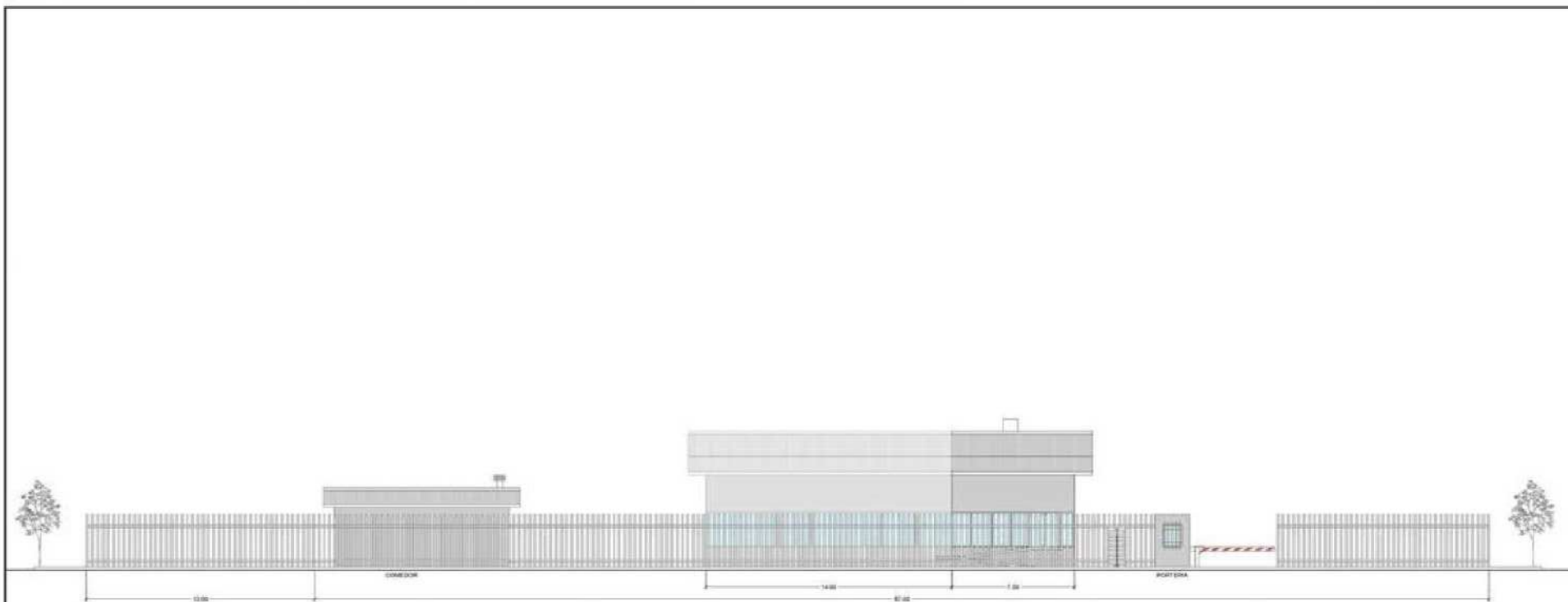
TS – A

Aparato Elevador de fuente
 Bomba Centrífuga
 Equipo Osmosis Inversa
 Motor Transporte 1
 Motor Transporte 2
 Compresor de aire
 Extractor Centrífugo

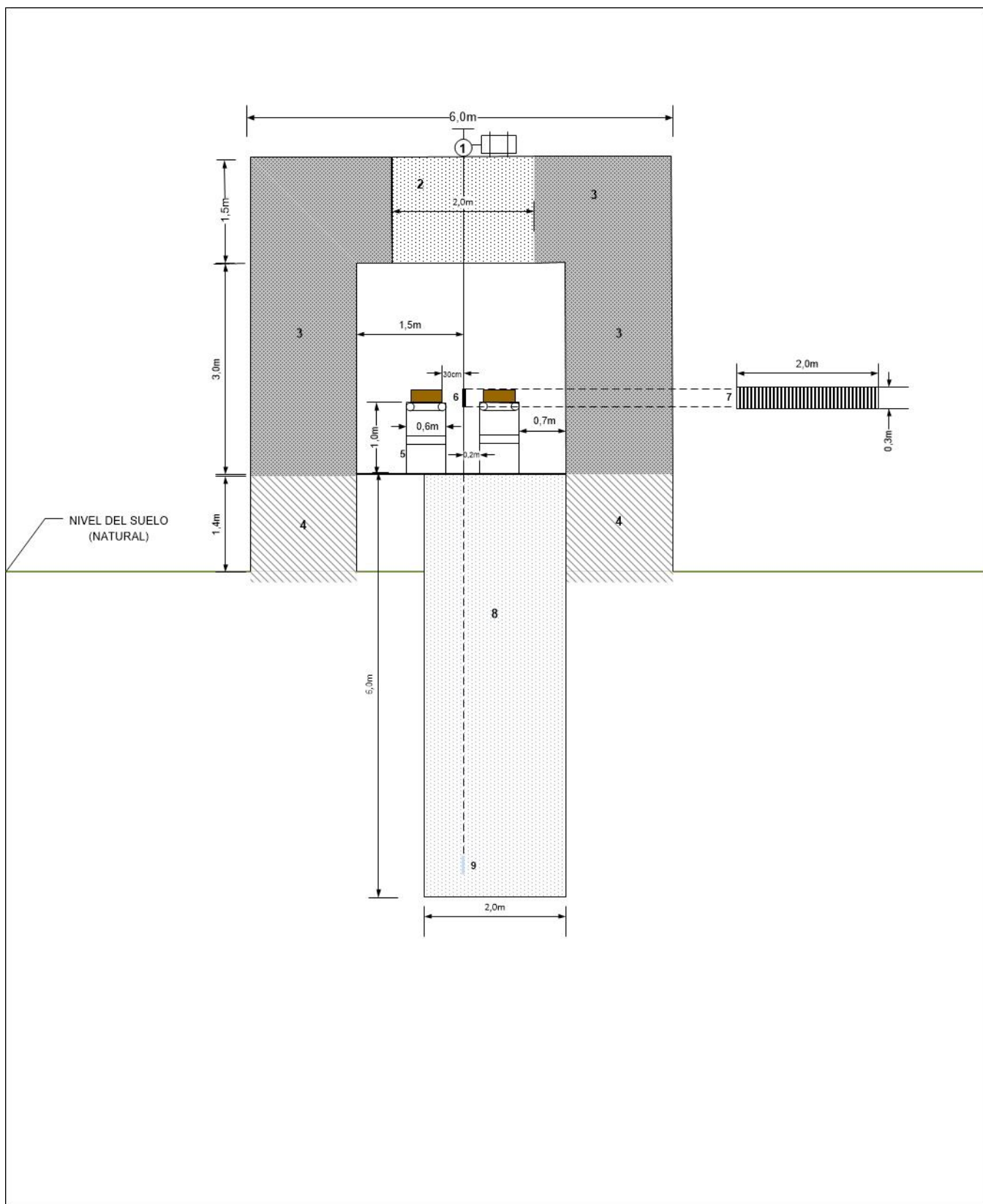
TS – B

Unidades Condensadoras Zona (I-II-III)
 Evaporadores Zona (I-II-III)

	Formulación y Evaluación de Proyectos
	Autores: Hartman M., Martinez F., Schlegel D.
Título: TS – Fuerza motriz Fecha: 21/12/2018	Planta de Irradiación Industrial ESCALA 1:240 HOJA 5



 Facultad de Ciencias UNER de la Alimentación	Evaluación y Formulación de Proyectos
	Autores: Hartman M, Martinez F, Schlegel D.
Título: Vista frontal de la planta	Planta de irradiación Industrial
Fecha: 21/12/2018	<small>ESCALA</small> <small>1:200</small> <small>40.00</small> <small>0</small>



REFERENCIAS

1. Aparejo eléctrico para elevar la fuente.
2. Abertura para cambio de la fuente.
3. Paredes y techo de hormigón.
4. Platea de fundación.
5. Transportadores de rodillos.
6. Fuente de Cobalto-60 (vista lateral).
7. Fuente de Cobalto-60 (vista frontal).
8. Piscina de almacenamiento.
9. Posición segura en la piscina de la fuente de Co-60.



Formulación y Evaluación de Proyectos

Autores: Hartman M., Martinez F., Schlegel D.

Título: Distribución de cañerías

Planta de Irradiación Industrial

Fecha: 21/12/2018

ESCALA 1:50

HQIA

7



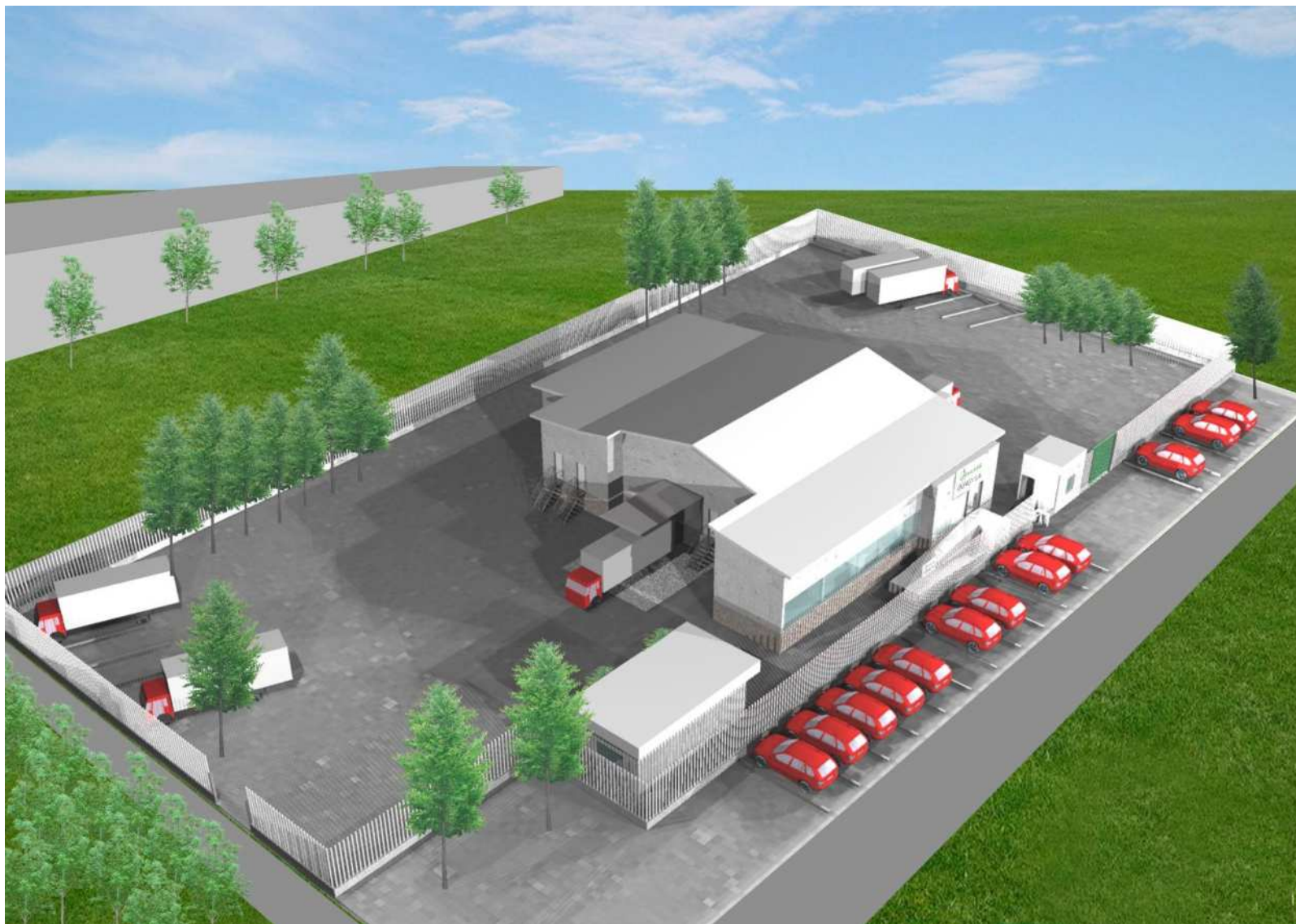
IMÁGENES DE LA PLANTA DE IRRADIACIÓN













Interiores de la planta





BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

Capítulo 1

- Código Alimentario Argentino. Artículo 174 - (Res 1322, 20.07.88).
- Organización Mundial de la Salud. *La irradiación de los alimentos: una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos*. Obra publicada por la Organización Mundial de la Salud en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1989. Ginebra, Suiza.
- De Zeeuw, Dick. *Use of Nuclear Energy to Preserve Man's Food*, Boletín publicado por la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA).
- Ministerio de Agroindustria, Presidencia de la Nación. Secretaría de agricultura, ganadería y pesca – *Boletín Avícola Enero Febrero 2017*
- Sundaram K.. *Food Irradiation: Contributions to Public Health in Developing Countries*. Bio-Medical Group. Bhabha Atomic Research Centre.
- Sweetie R. K. y otros. *Effect of radiation processing on the quality of chilled meat products*. 2004. Publicado por Meat Science.
- <http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/es/>
- <http://expansion.mx/salud/2013/09/11/el-mundo-desperdicia-1300-millones-de-toneladas-de-alimento-anuales-fao>.

Capítulo 2

- Cammarata, G. Conservación de alimentos por irradiación. Programa de difusión pública. Tesina N° 353 de la Carrera de Licenciatura en Alimentos. Febrero de 2010. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Belgrano. Buenos Aires, Argentina.
- http://www.ipcva.com.ar/documentos/1768_1503932984_informemensualdeexportacionesjulio2017.pdf
- <https://www.entrerios.gov.ar/portal/index.php?codigo=32&codsubmenu=72&menu=menu&modulo=>
- https://www.clarin.com/rural/ganaderia/corte-corte-compran-paises-importan-carne-argentina_0_HJRdQ1YvZ.html
- Organización Mundial de la Salud. *La irradiación de los alimentos: una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos*. Obra publicada por la

Organización Mundial de la Salud en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1989. Ginebra, Suiza.

- <http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/aves/informacion/informes-y-estadisticas>
- <http://enfoco.ffyb.uba.ar/content/irradiaci%C3%B3n-de-alimentos>
- <http://segob.guanajuato.gob.mx/sil/docs/capacitacion/guiasEmpresariales/GuiaEstudioMercado.pdf>
- <https://mundonegocios.net/4-canales-de-ventas-para-tu-producto-o-servicio/>
- <https://www.cronista.com/negocios/Exportan-carne-aviar-desde-Entre-Rios-20170103-0043.html>
- <http://www.canadabeef.mx/efectos-de-la-congelacion-en-la-calidad-de-la-carne-de-res/>
- <https://es.slideshare.net/ExpoLosAndesLogistica/logistica-refrigerados-y-congelados>
- http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-4000/UCG4295_01.pdf
- <https://www.nferias.com/alimentacion/buenos-aires/>

Capítulo 3

- https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/integracion5/seccion2.pdf
- <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/dise%C3%B1o-y-distribuci%C3%B3n-en-planta/m%C3%A9todos-de-localizaci%C3%B3n-de-planta/>
- <http://www.entrerioستotal.com.ar/industria/parque-industriales.htm>
- https://webgate.ec.europa.eu/sanco/traces/output/AR/PM_AR_es.pdf
- <http://parques.industria.gob.ar/dparques/477/parque-industrial-de-la-ciudad-de-concepcion-del-uruguay.html>
- <https://dirproduccioncdelu.wordpress.com/parque-industrial-2/>
- <http://parques.industria.gob.ar/dparques/96/parque-industrial-gualeguaychu.html>
- <http://www.entrerioستotal.com.ar/industria/parques/parque-industrial-gualeguaychu.htm>
- <http://www.entrerioستotal.com.ar/industria/parques/parque-industrial-villaguay.htm>

- <http://parques.industria.gob.ar/dparques/492/parque-industrial-de-villaguay.html>
- <https://www.educ.ar/recursos/87369/mapas-de-actividades-economicas-de-la-argentina>
- <http://rian.inta.gov.ar/ganaderia>
- <http://www.entrerios.info/empresas/empresasxrubro.php?code=470etetet20>
- <https://www.entrerios.gov.ar/minpro/userfiles/files/PRODUCCION%20ANIMAL/AVICULTURA/FRIGORIFI%20AVES%20HABILITADAS/FRIGORIFICOS%20DE%20AVES%20HABILITADOS.pdf>
- [https://www.entrerios.gov.ar/minpro/userfiles/files/Avicultura%20para%20la%20web%20datos%202014_Lucho_\(1\).pdf](https://www.entrerios.gov.ar/minpro/userfiles/files/Avicultura%20para%20la%20web%20datos%202014_Lucho_(1).pdf)
- [https://www.entrerios.gov.ar/minpro/userfiles/files/PRODUCCION%20ANIMAL/AVICULTURA/INFO%20ACT%20AVICOLA%202010/Estadisticas_Avicultura_2010_final_2\(1\).pdf](https://www.entrerios.gov.ar/minpro/userfiles/files/PRODUCCION%20ANIMAL/AVICULTURA/INFO%20ACT%20AVICOLA%202010/Estadisticas_Avicultura_2010_final_2(1).pdf)
- http://www.senasa.gob.ar/prensa/DNSA/Control_Gestion_y_Programas_Especiales/Indicadores_ganaderos/6_Indicadores_Avicolas/Avicolas.html
- https://www.entrerios.gov.ar/minpro/userfiles/files/PRODUCCION%20ANIMAL/ACT%20PORCINA/ACTI%202010/Estadisticas_porcinas_Final.pdf
- [http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/infraestructura/_archivos/000040_Plantas%20Industriales/000010_Carnes/000020_Frigorificos%20Bovinos%20\(Cantidad%20y%20Distribucion\).php](http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/infraestructura/_archivos/000040_Plantas%20Industriales/000010_Carnes/000020_Frigorificos%20Bovinos%20(Cantidad%20y%20Distribucion).php)
- https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_zonas_agroeconomicas_homogeneas_entre_rios.pdf
- https://www.entrerios.gov.ar/minpro/userfiles/files/PRODUCCION%20ANIMAL/AVICULTURA/INFO%20ACT%20AVICOLA%202008/ESTADISTICAS%2520AVICOLA%25202008_1.pdf

Capítulo 4

- <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/noticia.php?id=76>
- NOLDOR S.R.L Diseño de plantas
- <http://www.noldor.com.ar/noldorweb/detalles/plantas.htm#DTR>

- Enda Cummins, James Lyng-Emerging technologies in meat processing Wiley-Blackwell (2016)
- http://cdn.intechopen.com/pdfs/35125/InTech-The_potential_of_food_irradiation_benefits_and_limitations.pdf
- http://www.ionics.com.ar/descargas/Ionics-descripcion_de_procesos-20130808.pdf
- <https://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/glosario/170-zircaloy>

Capítulo 5

- <http://personales.upv.es/jpgarcia/linkedddocuments/4%20distribucion%20en%20planta.pdf>
- <https://gasparsa.com/bolsas-de-vacio/>
- https://es.made-in-china.com/co_kaiyuan-water/product_Kyro-1000L-H-Stainless-Steel-Reverse-Osmosis-Equipment-Water-Treatment-Plant-RO-Water-System-for-Water-Purification_ehrnorhig.html
- http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/094/htm/sec_6.htm
- <https://studylib.es/doc/6448287/c%C3%A1culo-te%C3%B3rico-y-experimental-del-coeficiente-de-atenuaci%C3%B3n>
- https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/0d924688-b15d-490e-87ba-fad5b9d87727/Water_in_Meat_Poultry_SP.pdf?MOD=AJPERES
- https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/39/117/39117957.pdf
- <https://www.i-cpan.es/contenidos/TransferenciaCNA/Detectores>
- http://www.axmann-fs.com/rollenfoerderer_angetrieben_rollenbahn_mit_tangentialem_kettenantrieb_53_20_es.html
- http://www.axmann-fs.com/rollenfoerderer_angetrieben_rollenkurve_mit_tangentialem_rundriemenantrieb_typ_52_40_es.html
- Molins Ricardo A. , *Irradiación de alimentos: Principios y aplicaciones*, Editorial John Wiley & Sons, Inc (2001).
- <http://www.contaval.es/que-tipos-de-sensores-fotoelectricos-existen/>

Capítulo 6

- <http://www.entreriostotal.com.ar/industria/parques/parque-industrial-uruguay.htm>
- <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/30000-34999/32030/dto351-1979-anexo1.htm>
- http://ing.unne.edu.ar/pub/instalaciones/insta_agua.pdf
- <http://www.afta-asociacion.com/wp-content/uploads/Cap-4-Dimensionado-de-Instalaciones.pdf>
- <http://www.amanco.com.ar/productos/infraestructura/tubos-agua-clase-6/?v=5b61a1b298a0>
- <https://www.n2firefighter.com/es/pagina/sistema-dereducindeoxgeno/principiooperativo-es>
- <http://shop.vallfirest.com/es/motobombas/motobombas-gasolina-wick-100.html>
- <http://www.extintoresmelisam.com.ar/producto.php?id=1633>
- <https://www.matafuegosgeorgia.com/prodcat/02-polvo-quimico-seco/>
- <https://www.atenasventilacion.com.ar/extractores-centrifugos/extractores-de-aire-para-cabina-de-pintura-sbt50028.html>
- <http://www.extractoreseolicos.com/extractores-de-aire/>
- <https://www.gas-servei.com/es/componentes/sustitutos-indirectos-del-r-22/r-404a>
- Apuntes de la materia Tecnología de los Servicios Auxiliares
- Apuntes de la materia Proyecto final
- Libro Refrigeración de carne de ave
- Libro Conservación de carnes
- Tablas para cálculo de cámara de refrigeración (Anexos)
- <https://mx.grundfos.com/service-support/encyclopedia-search/reciprocating-compressor.html>
- <http://www.garciacamara.com/categoria-gama+uc-52.html>
- <http://www.gruposertec.com.ar/catalogos/danfoss.pdf>
- http://www.git.uji.es/docencia/Apuntes/Tec_Frig/TF_9_TUBOS.pdf
- <http://www.refomar.com.ar>
- Consultas al Ingeniero José Páramo.

- <http://www.neoviss.com/sistemas-proteccion-contraincendios/valvula-de-alarma/>
- <http://www.contraincendio.com.ve/area-de-cobertura-de-rociadores/>
- <https://www.soloarquitectura.com/foros/threads/superficie-maxima-y-separacion-entre-rociadores.73845/>
- <http://www.contraincendio.com.ve/seleccion-y-aplicacion-de-rociadores-automaticos-parte-i/>
- <http://www.contraincendio.com.ve/tipos-sistemas-rociadores/>
- http://www.wheatlandtube.com/images/spanish/Sprinkler-Brochure_spanish.pdf

Capítulo 7

- Apuntes cátedra Tecnología de los Servicios Auxiliares. Facultad de Ciencias de la Alimentación. Universidad Nacional de Entre Ríos.
- Apuntes cátedra Control de Proceso. Facultad de Ciencias de la Alimentación. Universidad Nacional de Entre Ríos.
- Consultas al Ingeniero José Paramo.

Capítulo 8

- <https://www.encamion.com/lecitrailer/semi/plataforma/furgon/frigo/frigorifico/refrigerado/perecedero/camion/encamion/carrocero>
- <https://www.indusmetaltorres.es/cerramiento-expo/>
- <https://www.escalerasyandamios.com/catalogo/sistemas-de-acceso-para-industria/>
- <http://www.directindustry.es/prod/kopron-spa/product-22513-1569316.html>
- <http://www.manusa.com/portfolio/puertas-giratorias-automaticas/>
- <http://www.glassteel.co/divisiones.html>
- <http://www.rfuturo.es/vidrios-resistentes-al-fuego/puertas-vidriadas-resistentes-al-fuego/puertas-vidriadas-de-dos-hojas/#!>
- <http://www.rfuturo.es/vidrios-resistentes-al-fuego/divisiones-fijas-vidriadas-resistentes-al-fuego/>

- <https://www.informeconstruccion.com/nota/mundo/4515/claraboyas-alternativa-tradicional-sigue-creciendo.html>
- Consultas a estudiante avanzada de Arquitectura, Keila Heis Dubin.
- Consultas a estudiante avanzada de Ingeniería Civil, María Florencia Diz.

Capítulo 9

- Consultas a estudiante avanzada de Contador Público, Magalí Rojas.
- Consultas a Abogada Romina Lagadari.
- <https://www.bizlatinhub.com/es/los-principales-tipos-de-sociedades-en-argentina/>
- <https://www.iprofesional.com/notas/121640-A-la-hora-de-los-negocios-Convienes-constituir-una-SA-o-una-SRL>
- Manual de creación y gestión de empresas - capítulo 6.
- <http://www.ley19550.com.ar/capitulo-ii/seccion-v.html>
- <https://ahora.com.ar/los-tres-impuestos-claves-la-reforma-tributaria-rios-n4133377>
- <https://www.entrerios.gov.ar/portaldetramites/index.php?modulo=preguntas&codtramite=215>

Capítulo 10

- <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/estructura-organizacional>
- <https://www.emprendepyme.net/la-estructura-organizativa-de-la-empresa.html>
- <http://www.stia.org.ar/2017/noticias-gremiales/item/605-escala-salarial-vigente-convenios-244-94-y-434-06>
- http://www.intersindical.com/materias/page/contenido/01convenios/textoscompletos/ALIMENTACION244_94.htm
- <https://cfecursos.com.ar/reforma-tributaria-en-cargas-sociales-2018/>

Capítulo 11

- http://mepriv.mecon.gov.ar/Obras_Sanitarias/RegimenTarifario-OSN.htm

- https://www.enersa.com.ar/wp-content/uploads/2018/11/2018_CUADRO-TARIFARIO_11_2018.pdf
- <https://www.icontainers.com>
- Teoría de inversión y costos - apuntes de UTN.
- Molins Ricardo A. , *Irradiación de alimentos: Principios y aplicaciones*, Editorial John Wiley & Sons, Inc (2001).
- <https://www.cuidatudinero.com/13098909/definicion-de-programacion-de-produccion>
- <https://www.3ds.com/es/productos-y-servicios/delmia/>

Capítulo 12

- <http://herramientas.camaramedellin.com.co/Inicio/Buenaspracticases/BibliotecaGerenciaEstrategica/Evaluaci%C3%B3nFinancieradeProyectosC%C3%B3mooptimizar.aspx>
- La irradiación de los alimentos
- Celina Horak CNEA- INTI.
- <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.6ffc7f4a4459b86a1daa5c105510e1ca/?vgnnextoid=0df24fc8e11f4310VgnVCM200000624e50aRCRD&vgnnextchannel=44535333ff0f4310VgnVCM1000001325e50aRCRD>
- <https://www.grn.cl/evaluacion-ambiental.html>
- <https://www.bice.com.ar/>
- Apuntes cátedra Formulación y Evaluación de Proyectos. Facultad de Ciencias de la Alimentación. Universidad Nacional de Entre Ríos.
- Consultas a estudiante avanzada de Lic. en Administración, Macarena Vargas

Bioseguridad

- http://www.arn.gob.ar/images/stories/que_hace_la_ARN/resena_de_actividades/marco_regulatorio/normas_regulatorias/6-2-1_R2.pdf
- https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/D481_S_web.pdf

- PRINCIPIOS Y RECOMENDACIONES GENERALES DE BIOSEGURIDAD PARA LA FACULTAD DE BIOQUÍMICA Y CIENCIAS BIOLÓGICAS – UNL.
- www.insht.es.com
- http://www.arn.gob.ar/images/stories/que_hace_la_ARN/resena_de_actividades/marco_regulatorio/normas_regulatorias/6-2-1_R2.pdf
- <https://www.n2firefighter.com/es/pagina/sistema-dereducindeoxgeno>
- http://www.arn.gob.ar/images/stories/que_hace_la_ARN/resena_de_actividades/marco_regulatorio/normas_regulatorias/10-1-1_R3_impresion%202016a.pdf
- http://www.arn.gob.ar/images/stories/que_hace_la_ARN/resena_de_actividades/marco_regulatorio/normas_regulatorias/10-16-1_R03.pdf
- <https://enriquealario.com/la-importancia-de-un-buen-vibrado-del-hormigon/>
- <http://www.ambiente-ecologico.com/revist65/argnuc65.htm>
- <http://www.dioxitek.com.ar/cs/270/16474/fuentes-industriales>
- <https://www.nucleotecnica.com/image.ashx?i=298173.pdf&fn=>
- <http://www.abc.com.py/nacionales/transportan-carga-de-cobalto-60-con-fuerte-custodia-policia-1684997.html>
- <https://www.slideshare.net/gainzaosorio/logistica-de-dosimetria-de-las-fuentes-de-cobalto-60>.

